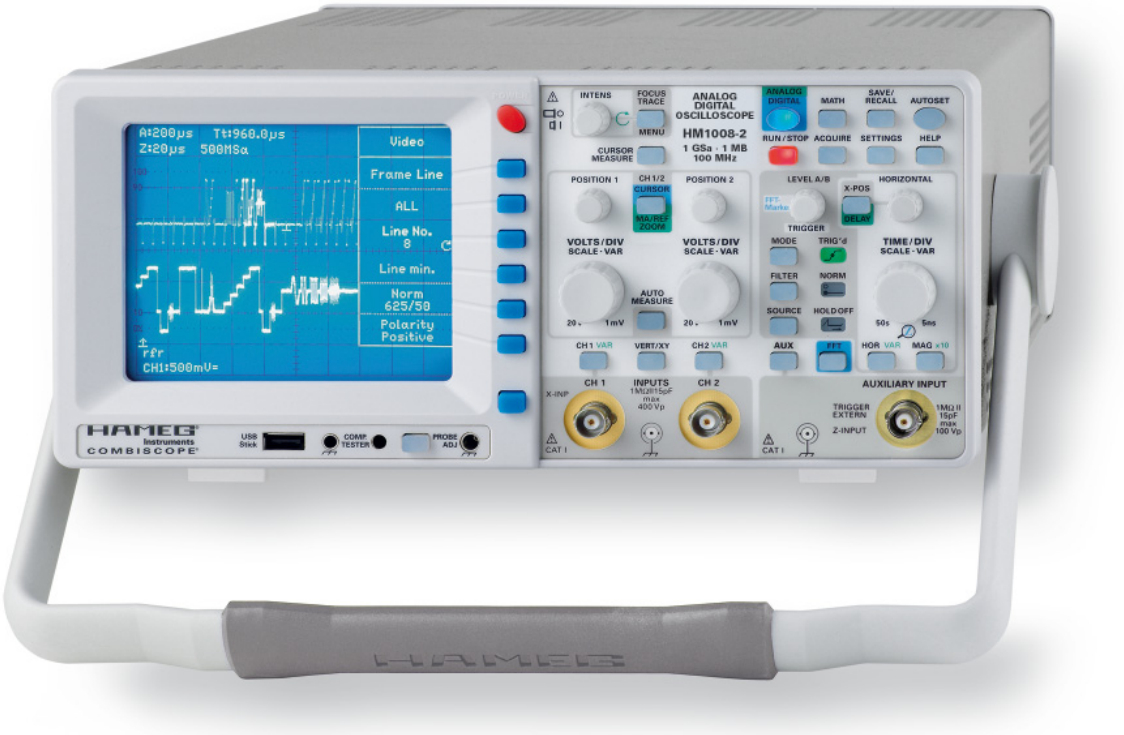
HAMEG®
Instruments
A Rohde&Schwarz Company

# CombiScope® 100MHz
# HM1008-2

## Manuel

Français



CE

Hersteller / Manufacturer / Fabricant: HAMEG Instruments GmbH, Industriestraße 6, D-63533 Mainhausen

**KONFORMITÄTSERKLÄRUNG**
**DECLARATION OF CONFORMITY**
**DECLARATION DE CONFORMITE**

HAMEG Instruments

**Die HAMEG Instruments GmbH bescheinigt die Konformität für das Produkt**
**The HAMEG Instruments GmbH herewith declares conformity of the product**
**HAMEG Instruments GmbH déclare la conformite du produit**

**Bezeichnung / Product name / Designation:**
**Oszilloskop**
**Oscilloscope**
**Oscilloscope**

**Typ / Type / Type:** **HM1008-2**

**mit / with / avec:** **HO720, HZ200**

**Optionen / Options / Options:** **HO730, HO740, HO2010**

**mit den folgenden Bestimmungen / with applicable regulations / avec les directives suivantes**

**EMV Richtlinie 89/336/EWG ergänzt durch 91/263/EWG, 92/31/EWG**
**EMC Directive 89/336/EEC amended by 91/263/EWG, 92/31/EEC**
**Directive EMC 89/336/CEE amendée par 91/263/EWG, 92/31/CEE**

**Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG ergänzt durch 93/68/EWG**
**Low-Voltage Equipment Directive 73/23/EEC amended by 93/68/EEC**
**Directive des equipements basse tension 73/23/CEE amendée par 93/68/CEE**

**Angewendete harmonisierte Normen / Harmonized standards applied / Normes harmonisées utilisées:**

**Sicherheit / Safety / Sécurité: EN 61010-1:2001 (IEC 61010-1:2001)**
**Überspannungskategorie / Overvoltage category / Catégorie de surtension: II**
**Verschmutzungsgrad / Degree of pollution / Degré de pollution: 2**

**Elektromagnetische Verträglichkeit / Electromagnetic compatibility / Compatibilité électromagnétique**

**EN 61326-1/A1 Störaussendung / Radiation / Emission:**
**Tabelle / table / tableau 4; Klasse / Class / Classe B.**

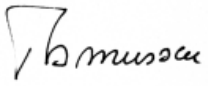
**Störfestigkeit / Immunity / Imunitée: Tabelle / table / tableau A1.**

**EN 61000-3-2/A14 Oberschwingungsströme / Harmonic current emissions / Émissions de courant harmonique:**
**Klasse / Class / Classe D.**

**EN 61000-3-3 Spannungsschwankungen u. Flicker / Voltage fluctuations and flicker / Fluctuations de tension et du flicker.**

**Datum /Date /Date**
**01. 06. 2007**

**Unterschrift / Signature / Signatur**



**Holger Asmussen**
**Manager**

## Information générale concernant le marquage CE

Les instruments de mesure HAMEG répondent aux exigences de la directive sur la CEM. Le test de conformité HAMEG répond aux normes génériques actuelles et aux normes des produits. Lorsque différentes valeurs limites sont possibles, HAMEG applique les conditions d'essai les plus sévères. Les valeurs limites employées pour les émissions parasites sont celles qui s'appliquent aux environnements commerciaux et artisanaux ainsi qu'aux petites entreprises. Pour l'immunité, les limites concernant l'environnement industriel sont respectées.

Les câbles de mesure et de données qu'il est nécessaire de raccorder à l'instrument ont une influence considérable sur les valeurs limites prédéfinis. Les câbles utilisés sont toutefois différents suivant l'application. Par conséquent, lors des mesures pratiques, il faut impérativement respecter les conditions suivantes en matière d'émission et d'immunité:

1. Câbles de données
La connexion des instruments de mesure ou de leurs interfaces avec des appareils externes (imprimantes, ordinateurs, etc.) doit uniquement être réalisée avec des câbles suffisamment blindés. Sauf indication différente dans le mode d'emploi, la longueur maximale des câbles de données (entrée/sortie, signal/commande) est de 3 mètres et ils ne doivent pas sortir des bâtiments. Si l'interface d'un appareil permet le raccordement de plusieurs câbles, un seul doit être branché à la fois. Les câbles de données doivent généralement être des câbles à double blindage. En IEEE-488, le câble HAMEG HZ72 est doté d'un double blindage et répond donc à ce besoin.

2. Câbles de signaux
Il convient que les cordons de mesure destinés à la transmission des signaux entre le point de mesure et l'instrument soient généralement aussi courts que possible. Sauf indication différente, la longueur maximale des câbles de signaux (entrée/sortie, signal/commande) est de 3 mètres et ils ne doivent pas sortir des bâtiments.
Tous les câbles de signaux doivent en principe être blindés (câbles coaxiaux RG58/U). Il faut veiller à une bonne liaison de masse. Dans le cas des générateurs de signaux, il faut employer des câbles coaxiaux à double blindage (RG223/U, RG214/U).

3. Effets sur les instruments de mesure
Malgré un montage de mesure réalisé avec soin, des composantes indésirables du signal peuvent pénétrer dans l'instrument par le biais des cordons de mesure en présence de champs électriques ou magnétiques puissants à haute fréquence. Il n'existe ici aucun risque de dommage ni de panne pour les instruments HAMEG, mais de faibles écarts de la valeur mesurée par rapporte aux spécifications indiquées peuvent apparaître sous des conditions extrêmes.

4. Immunité des oscilloscopes
4.1 Champ HF électromagnétique
De petites superpositions du signal de mesure peuvent apparaître à l'écran en présence de champs électriques ou magnétiques puissants à haute fréquence. Ces champs peuvent être induits par le biais du réseau d'alimentation, des câbles de mesure et de commande et/ou par rayonnement direct et peuvent affecter aussi bien l'objet mesuré que l'oscilloscope.
Le rayonnement direct dans l'oscilloscope peut se produire à travers l'ouverture de l'écran, et ce malgré le blindage par le boîtier métallique. Comme la bande passante de chaque étage amplificateur de mesure est supérieure à la bande passante totale de l'oscilloscope, des parasites dont la fréquence est nettement supérieure à la bande passante de mesure de -3 dB peuvent apparaître à l'écran.

4.2 Transitoires rapides et décharges électrostatiques
L'induction de transitoires rapides (rafales) par le biais du réseau d'alimentation ou indirecte (capacitive) par le biais des câbles de mesure et de commande peut, dans certaines circonstances, activer le déclenchement (Trigger).
Celui-ci peut également être déclenché par un décharge statique (ESD) directe ou indirecte.
Comme l'oscilloscope doit pouvoir se déclencher et ainsi afficher des signaux de faible amplitude (< 500 µV), le déclenchement en présence de signaux de ce type (> 1 kV) est inévitable.

HAMEG Instruments GmbH

**Information générale concernant le marquage CE** 2

**CombiScope® 100MHz, HM1008-2** 4

**Caractéristiques techniques** 5

**Remarques importantes** 6
Symboles 6
Mise en place de l'appareil 6
Sécurité 6
Conditions de fonctionnement 7
CAT I 7
Conditions ambiantes 7
Garantie et réparation 7
Entretien 7
Circuit de protection 8
Tension du réseau 8

**Description sommaire des éléments de commande** 8

**Principes généraux** 10
Nature du signal 10
Amplitude du signal 10
Valeurs de la tension sur une courbe sinusoïdale 11
Valeur totale de la tension d'entrée 11
Valeurs du temps du signal 11
Application du signal 12

**Mise en route et préréglages** 13
Rotation de trace TR 14
Utilisation et compensation des sondes 14
Compensation 1 kHz 14
Compensation 1 MHz 14

**Modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux** 15
Mode XY 15
Comparaison des phases avec une figure de Lissajous 16
Mesure de la différence de phase en mode double trace (Yt) 16
Mesure d'une modulation d'amplitude 16

**Déclenchement et balayage horizontal** 17
Déclenchement automatique sur valeur de crête (menu MODE) 17
Déclenchement normal (menu MODE) 18
Sens du front (menu FILTER) 18
Couplage de déclenchement (menu FILTER) 18
Vidéo (déclenchement sur signal TV) 19
Déclenchement sur impulsion de synchronisation d'image 19
Déclenchement sur impulsion de synchronisation de ligne 19
Déclenchement secteur 19
Déclenchement alterné 20
Déclenchement externe 20
Indicateur de déclenchement 20
Réglage de la durée d'inhibition (HOLD OFF) 20
Base de temps B (2ème base de temps) / déclenchement retardé 21

**Autoset** 22

**Testeur de composants** 22

**Mode numérique** 24
Modes d'affichage du signal 24
Résolution de la mémoire 25
Profondeur de la mémoire 25
Résolution horizontale avec expansion X 25
Fréquence maximale du signal en mode numérique 26
Affichage de signaux fantômes 26
Modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux 26

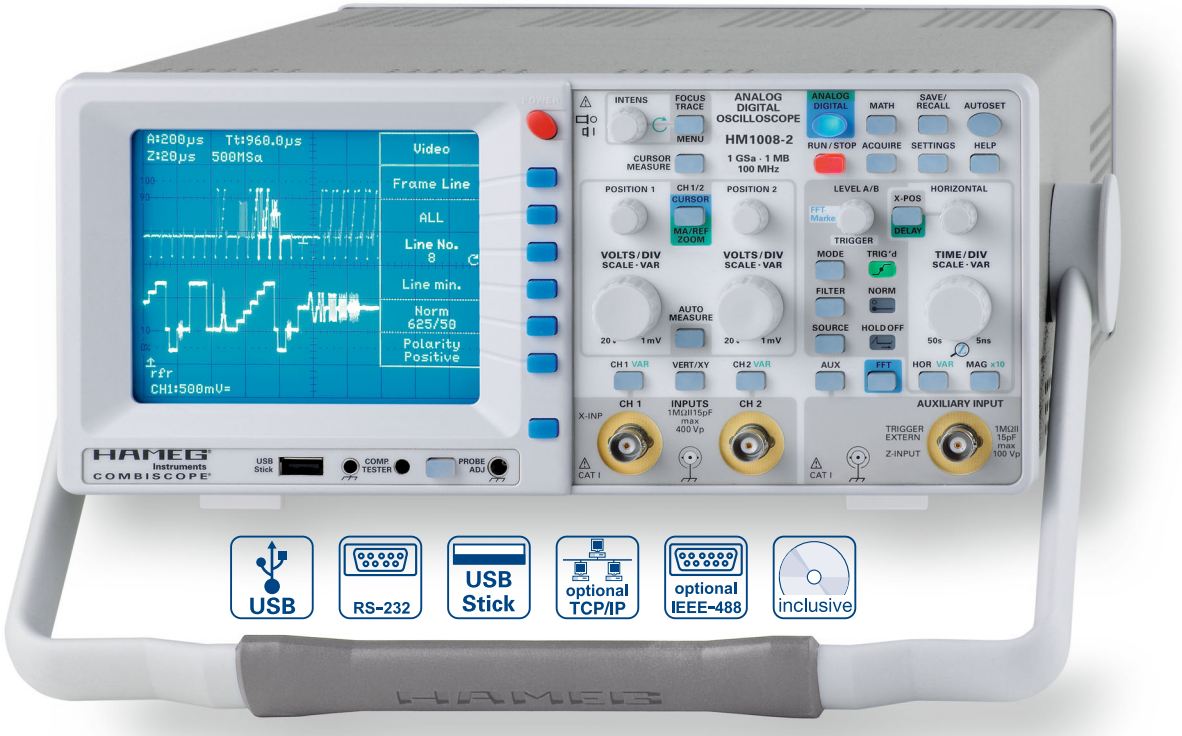
**Transfert de données** 27
Mise à jour du microprogramme 27

**Remarques générales à propos du menu** 28
Menus en incrustation et aide (HELP) 28
Remarques préliminaires 28

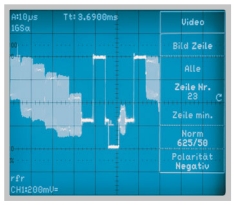
**Éléments de commande et Readout** 29

**Accessoires fournis et accessoires en option** 53

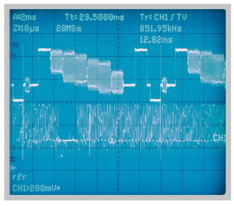
# CombiScope® 100MHz
# HM1008-2



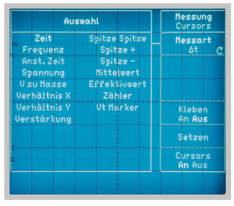

PAL ou NTSC : déclenchement ligne avec compteur de lignes



Mode numérique : trame TV et affichage zoom d'une ligne sélectionnée



Choix des mesures avec curseurs en mode numérique



- ☑ **Echantillonnage temps réel de 1 GSa/s et aléatoire de 10 GSa/s**
- ☑ **Mémoire de 1 MPts par voie, Memory Zoom jusqu'à 40.000 : 1**
- ☑ Affichage du spectre de fréquence avec la FFT
- ☑ 2 voies
- ☑ Coefficients de déviation 1 mV/div....20 V/div., Base de temps 5 ns/div....50 s/div.
- ☑ Convertisseur A/N flash à faible niveau de bruit
- ☑ Modes de fonctionnement : Single, Refresh, Average, Envelope, Roll, Peak-Detect
- ☑ Connecteur de clef USB en façade pour des copies d'écran
- ☑ USB/RS-232, en option IEEE-488 ou Ethernet/USB
- ☑ Modes de fonctionnement : Yt, XY et FFT; Interpolation : Sinx/x, Pulse, Dot Join (linéaire)

# CombiScope® 100 MHz HM1008-2

Caractéristiques à 23 °C après une période de chauffe de 30 minutes

## Déviation verticale

| | |
|---|---|
| **Voies :** | |
| **Analogiques :** | 2 |
| **Numériques :** | 2 |
| **Modes de fonctionnement :** | |
| **Analogique :** | Voie 1 ou 2 seule, Dual (1 et 2 alternées ou découpées), addition |
| **Numérique :** | 2 voies analogiques : voie 1 ou 2 seule, Dual (voie 1 et 2), addition |
| **X en mode XY :** | Voie 1 |
| **Inversion :** | Voie 1 et 2 |
| **Bande passante (-3 dB) :** | 2 x 0...100 MHz |
| **Temps de montée :** | < 3,5 ns |
| **Limite de bande passante** (commutable) **:** | env. 20 MHz (5 mV/div....20 V/div.) |
| **Coefficients de déviation (Voies 1, 2) :** | 14 positions calibrées |
| 1...2 mV/div. (10 MHz) : | ± 5 % (0...10 MHz (-3 dB)) |
| 5 mV/div....20 V/div. : | ± 3 % (séquence 1-2-5) |
| Variable (décalibré) : | > 2,5 :1 à > 50 V/div. |
| **Entrées Voies 1, 2 :** | |
| **Impédance d'entrée :** | 1 MΩ II 15 pF |
| **Couplage d'entrée :** | DC, AC, GND (masse) |
| **Tension d'entrée Max. :** | 400 V max (DC + crête AC) |
| **Ligne à retard Y (analogique) :** | 70 ns |
| **Circuits de mesure :** | Catégorie I |
| **Mode analogique seulement :** | |
| **Entrée auxiliaire :** | |
| **Fonctions (choix) :** | déclenchement externe, modulation Z |
| **Couplage d'entrée :** | AC, DC |
| **Tension d'entrée Max. :** | 100 V DC + crête AC |

## Déclenchement

| | |
|---|---|
| **Modes analogique et numérique** | |
| **Automatique (crête à crête) :** | |
| **Hauteur minimale du signal :** | 5 mm |
| **Gamme de fréquence :** | 10 Hz...200 MHz |
| **Plage de niveau de contrôle :** | de crête - à crête + |
| **Normal (sans crête) :** | |
| **Hauteur minimale du signal :** | 5 mm |
| **Gamme de fréquence :** | 0...200 MHz |
| **Plage de niveau de contrôle :** | -10...+10 div. |
| **Modes de fonctionnement :** | flanc/vidéo |
| **Flanc :** | positif, négatif ou les deux |
| **Sources :** | Voie 1, voie 2, 1/2 alternés (≥ 8mm, mode analogique seulement), secteur, externe |
| **Couplage :** | **AC :** 10 Hz...200 MHz<br>**DC :** 0...200 MHz<br>**HF :** 30 kHz...200 MHz<br>**LF :** 0...5 kHz<br>Rejection de bruit commutable |
| **Vidéo :** | positif,négatif, synchro, impulsion |
| **Standards :** | systèmes 525 lignes/60 Hz<br>systèmes 625 lignes/50 Hz |
| **trames :** | paire, impaire, les deux |
| **lignes :** | choix du numéro de ligne/toutes |
| **sources :** | Voie 1, 2, externe. |
| **Indicateur de déclenchement :** | par LED |
| **Déclenchement externe :** | par entrée auxiliaire (0,3 $V_{cc}$, 150 MHz) |
| **Couplage d'entrée :** | AC, DC |
| **Tension d'entrée Max. :** | 100 V (DC + crête AC) |
| **Mode numérique :** | |
| **Pré/Post Trigger :** | -100...+400 % sur toute la profondeur mémoire |
| **Mode analogique :** | |
| **2e déclenchement** | |
| **Hauteur minimale du signal :** | 5 mm |
| **Gamme de fréquence :** | 0...200 MHz |
| **Couplage :** | DC |
| **Plage de niveau de contrôle :** | -10...+10 div. |

## Déviation horizontale

| | |
|---|---|
| **Mode analogique :** | |
| **Modes de fonctionnement :** | A, ALT (alterné A/B), B |
| **Base de temps A :** | 50 ns/div....0,5 s/div. (séquence 1-2-5) |
| **Base de temps B :** | 50 ns/div....20 ms/div. (séquence 1-2-5) |
| **Précision A et B :** | ± 3 % |
| **Expansion X.x10 :** | jusqu'à 5 ns/div. |
| **Précision :** | ± 5 % |
| **Variable, base de temps A/B :** | continu 1:2,5 |
| **Durée d'inhibition Hold off :** | variable 1:10 indication par LED |
| **Band passante Ampli. X :** | 0...3 MHz (-3 dB) |
| **Différence de phase X-Y < 3° :** | < 220 kHz |
| **Mode numérique :** | |
| **Plages de base de temps (séquence 1-2-5)** | |
| **Mode rafraîchi :** | 5 ns/div....20 ms/div. |
| **Avec détection de crête :** | 2...20 ms/div. (Largeur d'impulsion min. 10 ns) |
| **Mode Roll :** | 50 ms/div....50 s/div. |
| **Précision de la base de temps** | |
| **Base de temps :** | 50 ppm |
| **Affichage :** | ± 1 % |
| **Expansion MEMORY ZOOM :** | max. 40.000:1 |
| **Bande passante ampli X :** | 0...100 MHz (-3 dB) |
| **Différence de phase X–Y < 3° :** | < 100 MHz |

## Mémoire numérique

| | |
|---|---|
| **Fréquence d'échantillonnage (temps réel) :** | 2 x 500 MSa/s max. ou 1 x 1 GSa/s (entrelacé) |
| **Fréquence d'échantillonnage (temps équivalent) :** | 10 GSa/s |
| **Bande passante :** | 2 x 0...100 MHz (aléatoire) |
| **Mémoire :** | 1 MPts par voie |
| **Modes de fonctionnement :** | Rafraîchi, moyenne, enveloppe/Défilement (Roll): libre/déclenché,monocoup, Détection de crête. |
| **Résolution (verticale) :** | 8 Bit (25 Pts/div.) |
| **Résolution (horizontale) :** | |
| **Yt :** | 11 Bit (200 Pts/div.) |
| **XY :** | 8 Bit (25 Pts/div.) |
| **Interpolation :** | sinx/x, Dot Join (linéaire) |
| **Retard :** | 1 Million x 1/fréquence d'échantillonnage à 4 Millions x 1/fréquence d'échantillonnage |
| **Nombre de saisies du signal :** | max.170/s à 1 MPts |
| **Affichage :** | points (points d'acquisition seulement), vecteurs (interpolation partielle), optimal (mémoire complète et vecteurs) |
| **Mémoires de références :** | 9 de 2 kPts chacune(signaux enregistrés) |
| **Affichage :** | choix de 2 signaux parmi les 9 |

## Mode FFT

| | |
|---|---|
| **Affichage X :** | Gamme de fréquence |
| **Affichage Y :** | Valeur efficace du spectre |
| **Echelles :** | Linéaire ou logarithmique |
| **Affichage du niveau :** | dBV, V |
| **Fenêtres :** | rectangulaire, Hanning, Hamming, Blackman |
| **Contrôles :** | fréquence centrale, excursion |
| **Marqueur :** | fréquence, amplitude |
| **Zoom (axe des fréquences) :** | jusqu'à x20 |

## Commandes/Mesures/Interfaces

| | |
|---|---|
| **Commandes :** | Menu (multilingue), Autoset, fonctions d'aide (multilingue). |
| **Sauvegarde/rappel :** | 9 configurations |
| **Affichage à l'écran :** | 4 traces max. |
| **Analogique :** | Voie 1, 2 (Base de temps A), combinés avec Voie 1, 2 (Base de temps B) |
| **Numérique :** | Voie 1, 2 et ZOOM ou Référence ou fonction Mathématique |
| **Clé USB :** | |
| **Sauvegarde/Rappel externe :** | |
| **Configurations de l'appareil et signaux :** | Voie1, voie2, LCH 0...3, ZOOM, référence 1–9 ou mathématique |
| **Copies d'écran:** | au format Bitmap |
| **Affichage des données des signaux (2k par voie) :** | Binaire (SCPI-Data), Texte (Format ASCII), CSV (tableur) |
| **Compteur fréquencemètre :** | |
| **Résolution 6 digits :** | > 1...200 MHz |
| **Résolution 5 digits :** | 0,5 Hz...1 MHz |
| **Précision :** | 50 ppm |
| **Mesures automatiques :** | |
| **Mode analogique :** | fréquence/période,$V_{dc}$, $V_{cc}$, $V_{c+}$, $V_{c-}$ |
| **Plus en mode numérique :** | $V_{rms}$, $V_{avg}$ |
| **Mesures avec curseurs :** | |
| **Mode analogique :** | ΔV, Δt, 1/Δt (f), t montée, V/terre, ratioX (%,°,n), ratioY |
| **Plus en mode numérique :** | $V_{cc}$, $V_{c+}$, $V_{c-}$, $V_{avg}$, $V_{rms}$, compteur d'impulsions |

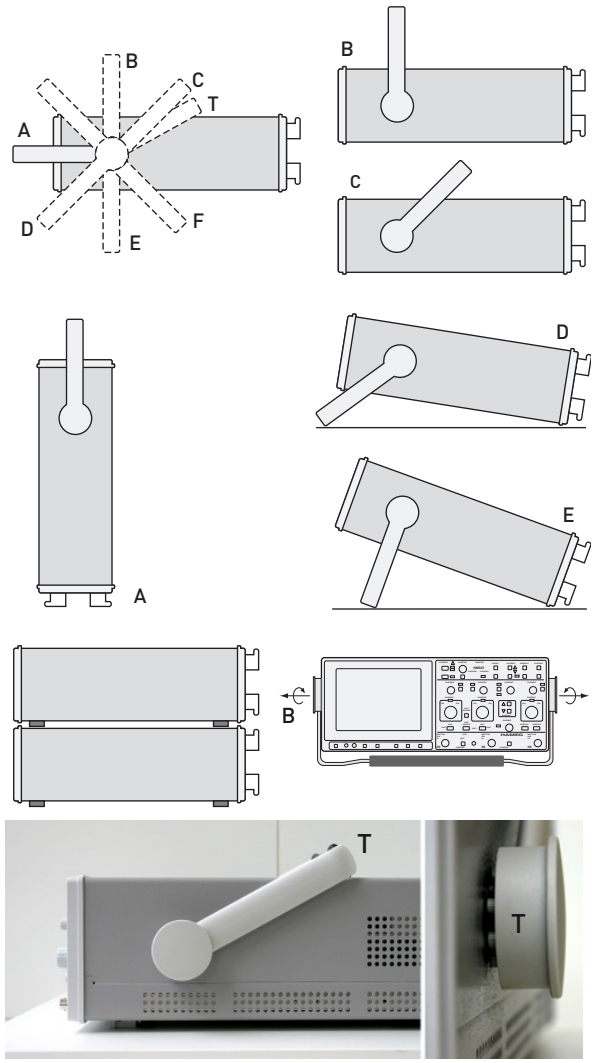
| | |
|---|---|
| **Résolution d'affichage/curseurs :** | 1000 x 2000 Pts, signaux : 250 x 2000 |
| **Interfaces (amovible) :** | En standard USB/RS232 (HO720) |
| **En option :** | IEEE488, Interface double Ethernet/USB |

| **Fonctions mathématiques** | |
|---|---|
| **Nombre de jeux de formules :** | 5 de 5 formules chacun |
| **Sources :** | Voie 1, Voie 2, Math1–Math 5 |
| **Cibles :** | 5 mémoires mathématiques, Math 1–5 |
| **Fonctions :** | addition, soustraction,1/x, Val absolue, multiplication, division el.carré, positif, négatif, inverse. |
| **Affichage :** | max. 2 mémoires mathématiques (Math 1–5) |

| **Affichage/Ecran** | |
|---|---|
| **Tube cathodique :** | D14-375GH |
| **Surface d'affichage :** | 8 div. x 10 div., graticule interne. |
| **Tension d'accélération :** | environ 14 kV |

| **Divers** | |
|---|---|
| **Testeur de composants** | |
| **Tension de test :** | env. 7 $V_{rms}$ (circuit ouvert) Fréq.env. 50 Hz |
| **Courant de test :** | max. 7 $mA_{rms}$ (court-circuit) |
| **Potentiel de référence :** | masse ( terre de protection) |
| **Calibreur de sondes :** | 1 kHz/1 MHz signal carré 0,2 $V_{cc}$ (temps de montée < 4 ns) |
| **Rotation de trace :** | réglage électronique |
| **Alimentation :** | 105...253 V, 50/60 Hz ±10 %, Cat. II |
| **Consommation :** | 47 Watt à 230 V, 50 Hz |
| **Protection :** | classe de protection I (EN61010-1) |
| **Temp. de fonctionnement :** | +5...+40 °C |
| **Temp. pour le stockage :** | -20...+70 °C |
| **Humidité relative :** | 5...80% (sans condensation) |
| **Dimensions** (L x H x P) **:** | 285 x 125 x 380 mm |
| **Poids :** | 5,6 kg |

**Accessoires fournis et accessoires en option voir page 53**




## Remarques importantes

Examiner l'instrument immédiatement après l'avoir déballé afin d'y déceler d'éventuels dommages mécaniques ou des pièces qui se seraient détachées à l'intérieur. Tout défaut lié au transport doit être signalé immédiatement au fournisseur. L'appareil ne doit pas être mis en service dans ce cas.

### Symboles

Observer le mode d'emploi

Haute tension

Consigne à respecter impérativement !

Terre

### Mise en place de l'appareil

Comme le montrent les images, la poignée peut prendre plusieurs positions
A et B = Position de transport
C = Position horizontale d'utilisation
D et E = Position d'utilisation avec différents angles
F = Position pour ôter la poignée
T = Position pour l'expédition de l'appareil dans son emballage (boutons non cliqués)

**Attention !**
**Avant tout changement de position de la poignée, l'oscilloscope doit être posé sur une surface plane comme une table afin de prévenir tout risque de chute. Les boutons de chaque côté de la poignée doivent être tirés simultanément vers l'extérieur et tournés dans la position désirée. Si tel n'est pas le cas ils se fixeront (click) dans la position suivante selon la direction.**

**Enlever/ fixer la poignée**
Selon le type d'appareil, la poignée peut être enlevée et de nouveau fixée dans les positions B ou F.

### Sécurité

Cet appareil a été construit et testé conformément à la norme VDE 0411, Partie 1, Dispositions de sécurité pour les appareils de mesure, de commande, de régulation et de laboratoire et a quitté l'usine dans un état technique parfait du point de vue de la sécurité. Il est également conforme aux dispositions de la norme européenne EN 61010-1 ou de la norme internationale CEI 1010-1. Pour obtenir cet état et garantir un fonctionnement sans danger, l'utilisateur doit respecter les consignes et tenir compte des avertissements contenus dans le présent mode d'emploi. Le boîtier, le châssis et toutes les bornes de mesure sont reliés à la terre. L'appareil est conforme aux dispositions de la classe de protection I. L'isolement entre les parties métalliques accessibles et les bornes du secteur a été contrôlé avec une tension continue de 2200 V.
Pour des raisons de sécurité, l'oscilloscope doit uniquement être branché à des prises avec terre conformes à la réglementation. Il faut brancher la fiche secteur avant la connexion

des circuits de mesure. Il est interdit de couper la liaison à la terre.
La majorité des tubes cathodiques produisent des rayons gamma. Sur cet appareil, le débit de dose ionique reste nettement inférieur à la valeur autorisée par la loi de 36 pA/kg.
En cas de doute sur l'aptitude de l'appareil à fonctionner sans danger, il faut le mettre hors service et le protéger contre toute utilisation involontaire.
Cette supposition est justifiée dans les cas suivants :
- lorsque l'appareil présente des dommages visibles,
- lorsque des pièces se sont détachées à l'intérieur de l'appareil,
- lorsque l'appareil ne fonctionne plus,
- après un entreposage prolongé sous des conditions défavorables (par exemple à l'air libre ou dans des locaux humides),
- après de dégâts importants liés au transport (par exemple dans un emballage non conforme aux exigences minimales pour un transport par voie postale, ferroviaire ou routière).

## Conditions de fonctionnement

ATTENTION!
**L'instrument doit exclusivement être utilisé par des personnes familiarisées avec les risques liés à la mesure de grandeurs électriques.**

Pour des raisons de sécurité, l'oscilloscope doit uniquement être branché à des prises avec terre conformes à la réglementation. Il est interdit de couper la liaison à la terre. Il faut brancher la fiche secteur avant la connexion des circuits de mesure.

## CAT I

Cet oscilloscope est conçu pour réaliser des mesures sur des circuits électriques non reliés ou non reliés directement au réseau. Les mesures directes (sans isolation galvanique) sur des circuits de mesure de catégorie II, III ou IV sont interdites!
Les circuits électriques d'un objet mesuré ne sont pas reliés directement au réseau lorsque l'objet mesuré est utilisé par l'intermédiaire d'un transformateur d'isolement de protection de classe II. Il est également possible d'effectuer des mesures quasiment indirectes sur le réseau à l'aide de convertisseur appropriés (par exemple pinces ampèremétriques) qui répondent aux exigences de la classe de protection II. Lors de la mesure, il faut respecter la catégorie de mesure du convertisseur spécifiée par son constructeur.

### Catégories de mesure

Les catégories de mesure se rapportent aux transitoires sur le réseau. Les transitoires sont des variations de tension et de courant courtes et très rapides (raides) qui peuvent se produire de manière périodique et non périodique. L'amplitude des transitoires possibles augmente d'autant plus que la distance par rapport à la source de l'installation basse tension est faible.
**Catégorie de mesure IV:** mesures à la source de l'installation basse tension (par exemple sur des compteurs).
**Catégorie de mesure III:** mesure dans l'installation du bâtiment (par exemple distributeur, contacteur de puissance, prises installées à demeure, moteurs installés à demeure, etc.).
**Catégorie de mesure II:** mesures sur des circuits électriques qui sont directement relié au réseau basse tension (par exemple appareils domestiques, outillage électroportatif, etc.).
**Catégorie de mesure I:** Mesures sur les circuits électriques non reliés directement au réseau Appareils sur piles, batteries, isolés galvaniquement.

## Domaine d'application

L'oscilloscope est conçu pour être utilisé dans les secteurs industriel, domestique, commercial et artisanal ainsi que dans les petites entreprises.

## Conditions ambiantes

La température ambiante admissible pendant le fonctionnement est comprise entre +5 °C et +40 °C. Elle peut être comprise entre –20 °C et +70 °C pendant le stockage et le transport. Si de la condensation s'est formée pendant le transport ou le stockage, il faut laisser l'appareil s'acclimater pendant 2 heures environ avant de le mettre en service. L'oscilloscope est conçu pour être utilisé dans des locaux propres et secs. Il ne doit pas être utilisé dans une atmosphère particulièrement chargée en poussière ou trop humide, dans un environnement explosible ou en présence d'agression chimique. La position de fonctionnement est sans importance, mais il faut prévoir une circulation d'air suffisante (refroidissement par convection). En fonctionnement continu, il faut accorder la préférence à la position horizontale ou inclinée (poignée béquille).

**Il ne faut pas couvrir les orifices d'aération !**

Les caractéristiques nominales avec les tolérances indiquées ne sont valides qu'après une période de chauffe d'au moins 30 minutes et pour une température ambiante comprise entre 15 °C et 30 °C. Les valeurs sans indication de tolérance sont celles d'un appareil standard.

## Garantie et réparation

Les instruments HAMEG sont soumis à un contrôle qualité très sévère. Chaque appareil subit un test «burn-in» de 10 heures avant de quitter la production, lequel permet de détecter pratiquement chaque panne prématurée lors d'un fonctionnement intermittent. L'appareil est ensuite soumis à un essai de fonctionnement et de qualité approfondi au cours duquel sont contrôlés tous les modes de fonctionnement ainsi que le respect des caractéristiques techniques.
Les condition de garantie du produit dépendent du pays dans lequel vous l'avez acheté. Pour toute réclamation, veuillez vous adresser au fournisseur chez lequel vous vous êtes procuré le produit.
Pour un traitement plus rapide, les **clients de l'union européenne (UE)** peuvent faire effectuer les réparations directement par HAMEG. Même une fois le délai de garanti dépassé, le service clientèle de HAMEG se tient à votre disposition.

### Return Material Authorization (RMA)

Avant chaque renvoi d'un appareil, veuillez réclamer un numéro RMA par Internet: http://www.hameg.com ou par fax. Si vous ne disposez pas d'emballage approprié, vous pouvez en commander un en contactant le service commercial de HAMEG (tel: +49 (0) 6182 800 500, E-Mail: service@ameg.com).

## Entretien

L'extérieur de l'oscilloscope doit être nettoyé régulièrement avec un pinceau à poussière. La saleté tenace sur le coffret, la poignée, les parties en plastique et en aluminium peut être enlevée avec un chiffon humide (eau + 1 % de détergent). De l'alcool à brûler ou de l'éther de pétrole peut être utilisé pour des impuretés grasses. L'écran doit uniquement être nettoyé avec de l'eau ou de l'éther de pétrole (pas d'alcool ni de solvant) et doit ensuite être essuyé avec un chiffon propre, sec et non pelucheux. Après l'avoir nettoyé, il est recommandé de le traiter avec une solution antistatique standard conçue pour les matières plastiques. Le

liquide de nettoyage ne doit en aucun cas pénétrer dans l'appareil. L'utilisation d'autres produits de nettoyage risque d'attaquer les surfaces en plastique et vernies.

### Circuit de protection

Cet appareil est équipé d'un bloc d'alimentation à découpage muni de circuits de protection contre les surtensions et les surintensités. Un bruit de cliquetis périodique peut se faire entendre en cas de défaut.

### Tension du réseau

L'appareil fonctionne avec des tensions alternatives à 50 et 60 Hz comprises entre 105 V et 253 V. Aucun dispositif de commutation des différentes tensions de réseau n'a donc été prévu.
Le fusible d'alimentation est accessible depuis l'extérieur. L'embase secteur et le porte-fusible forment un seul bloc. Le remplacement du fusible ne doit et ne peut (si le porte-fusible ne soit pas endommagé) s'effectuer qu'après avoir retiré le cordon secteur de l'embase. Il faut ensuite faire sortir le porte-fusible à l'aide d'un tournevis en prenant appui sur la fente qui se trouve du côté des contacts. Le fusible peut alors être poussé hors de son support et remplacé. Enfoncer le porte-fusible jusqu'à ce qu'il s'enclenche. Vous devez ressentir la résistance d'un ressort. Il est interdit d'utiliser des fusibles «bricolés » ou de court-circuiter le porte-fusible. Les dommages qui en résulteraient ne sont pas couverts par la garantie.

**Type de fusible:** Taille 5 x 20 mm; 250 V~, C ;
IEC 127, feuille III; DIN 41 662
(éventuellement. DIN 41 571, feuille 3).
Coupure: temporisée (T), 0,8 A.

## Description sommaire des éléments de commande

**Ces numéros de pages renvoient à la description détaillée dans le chapitre «Eléments de commande et Readout» ! ▼**

1 **POWER** (touche) – mise sous tension, Marche/Arrêt. 29

2 **INTENS** (bouton) 29
Réglage de la luminosité de la trace et autres fonctions lorsque le symbole du bouton est indiqué.

3 **FOCUS, TRACE, MENU** (touche) 29
Invocation du menu avec affichage du Readout, permet de modifier différents paramètres (par exemple intensité de la trace, focus, rotation de la trace, etc.) avec le bouton INTENS.

4 **CURSOR MEASURE** (touche) 30
Invocation du menu avec sélection des mesures au curseur et activation de celles-ci.

5 **ANALOG/DIGITAL** (touche) 31
Commutation entre les modes analogique (vert) et numérique.

6 **STOP/RUN** (touche) 31
RUN: l'acquisition des données est activée
STOP [allumé]: l'acquisition des données du signal est suspendue
STOP (clignotant): l'acquisition est en cours et s'arrêtera une fois la réécriture actuelle terminée.

7 **MATH** (touche) 31
Menu (mode numérique) contenant les fonctions mathématiques (du signal).

8 **ACQUIRE** (touche) 32
Menu (mode numérique) avec sélection des modes d'acquisition ou de représentation du signal.

9 **SAVE/RECALL** (touche) 34
Ce menu permet d'accéder à la mémoire du signal de référence (mode numérique seulement) ou à la mémoire des paramètres de l'appareil.

10 **SETTINGS** (touche) 35
Menu permettant de définir des paramètres généraux ainsi que la langue, plus le mode d'affichage du signal en mode numérique.

11 **AUTOSET** (touche) 36
Permet un réglage automatique de l'appareil en fonction du signal présent.

12 **HELP** (touche) 36
Affiche/masque le texte d'aide à propos des éléments de commande et des menus.

13 **POSITION 1** (bouton) 36
Changements de position de la fonction courante 15: signal (actuel, référence ou mathématique), curseur et zoom (numérique).

14 **POSITION 2** (bouton) 37
Changements de position de la fonction courante 15: signal (actuel, référence ou mathématique), curseur et zoom (numérique).

15 **CH 1/2-CURSOR-MA/REF-ZOOM** (touche) 37
Invocation du menu et affichage en couleur de la fonction courante définie ici de POSITION 1 et 2 (si CH1/2 est éteint).

16 **VOLTS/DIV-SCALE-VAR** (bouton) 38
Bouton de réglage du calibre vertical, du vernier Y (VAR) et de mise à l'échelle pour la voie 1.

17 **VOLTS/DIV-SCALE-VAR** (bouton) 38
Bouton de réglage du calibre vertical, du vernier Y (VAR) et de mise à l'échelle pour la voie 2.

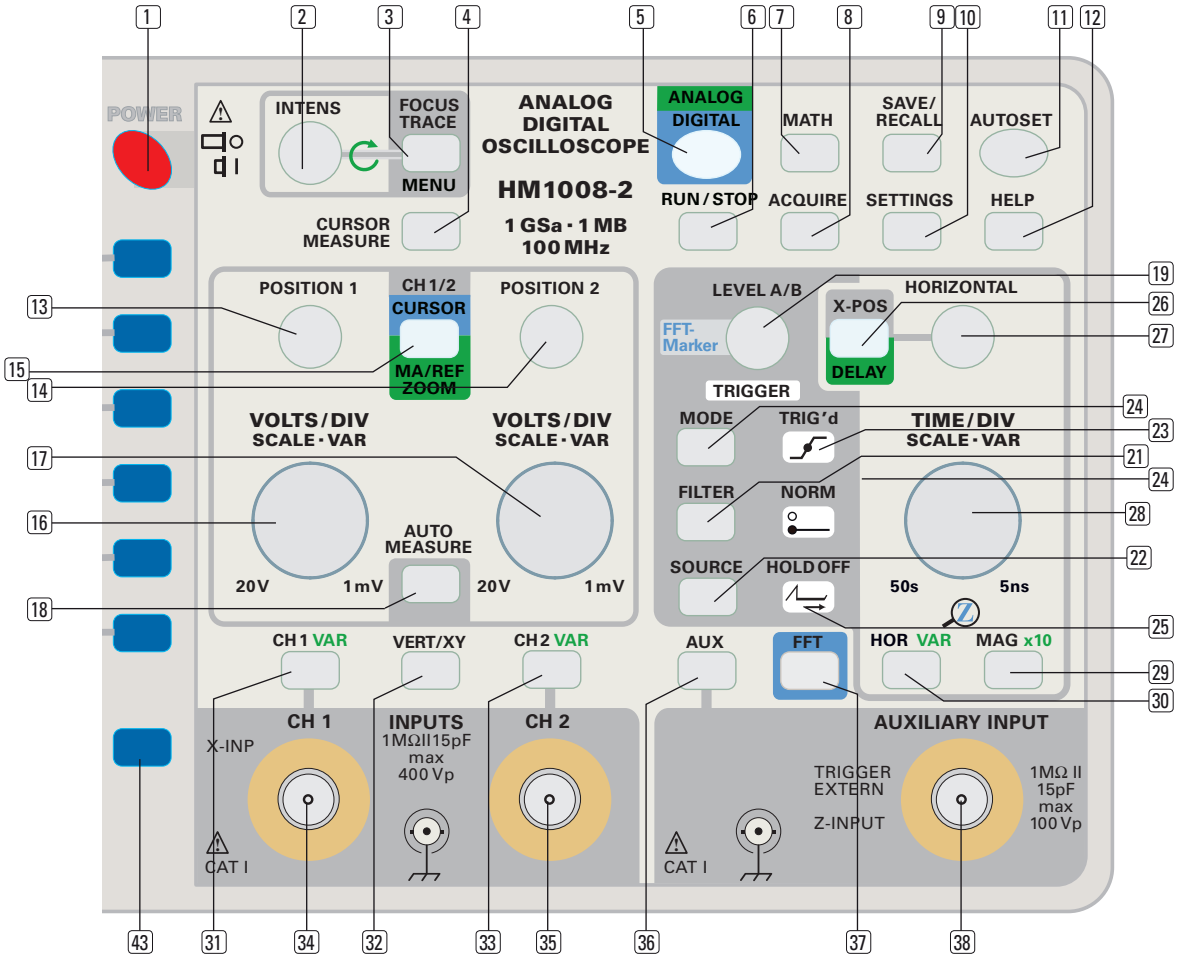
18 **AUTO MEASURE** (touche) 39
Invocation du menu et des sous-menus pour les mesures automatiques et leur activation

19 **LEVEL A/B - FFT-Marker** (bouton) 40
Réglage du niveau de déclenchement pour le mode base de temps A et B. Déplacement du marqueur en FFT.

20 **MODE** (touche) 40
Invocation du menu de sélection du mode de déclenchement.

21 **FILTER** (touche) 41
Invocation du menu de sélection du filtre de déclenchement (couplage), suppression du bruit et du sens du front de déclenchement.

22 **SOURCE** (touche) 42
Invocation du menu de sélection des sources de déclenchement. (par ex. CH1, CH2, Alt. 1/2, externe, secteur).




23 **TRIG'd** (LED) 42
Ce témoin s'allume lorsque le signal de déclenchement satisfait aux conditions de déclenchement.

24 **NORM** (LED) 42
Ce témoin s'allume en cas de déclenchement normal ou monocoup (détection unique).

25 **HOLD OFF** (LED) 42
Ce témoin s'allume si la durée d'inhibition réglée dans le menu HOR 30 (mode analogique seulement) est différente de 0 %.

26 **X-POS /DELAY** (touche) 42
Invocation du menu et affichage en couleur de la fonction courante définie ici du bouton HORIZONTAL (si X-POS est éteint).

27 **HORIZONTAL** (bouton) 43
Modifie la position horizontale ou, en mode numérique, le temps de retard (pré- ou post-déclenchement). Lors du réglage de la fréquence centrale en mode FFT.

28 **TIME/DIV - SCALE – VAR** (bouton) 43
Bouton de réglage du calibre de la base de temps A et B, du vernier horizontal (VAR, mode analogique seulement) et de mise à l'échelle, plage de fréquences en mode FFT (excursion).

29 **MAG x10** (touche) 45
En mode Yt (base de temps), expansion de l'axe X d'un facteur 10 avec modification simultanée du calibre affiché (mode analogique seulement).

30 **HOR VAR** (touche) 45
Invocation du menu de la fonction ZOOM (numérique) et des bases de temps analogiques A et B, vernier horizontal et durée d'inhibition.

31 **CH1 VAR** (touche) 46
Invocation du menu pour la voie 1 (AC, DC, GND): couplage d'entrée, inversion, sonde atténuatrice et vernier vertical (variable).

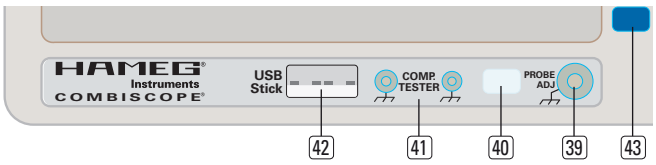
32 **VERT/XY** (touche) 47
Invocation du menu avec sélection des modes suivants de l'amplificateur vertical ou mode addition et XY et limitation de la bande passante.

33 **CH2 VAR** (touche) 48
Invocation du menu pour la voie 2 (AC, DC, GND): couplage d'entrée, inversion, sonde atténuatrice et vernier vertical (variable).

34 **INPUT CH1** (Prise BNC) 49
Entrée du signal de la voie 1 et entrée déviation horizontale en mode XY.

35 **INPUT CH2** (Prise BNC) 49
Entrée du signal de la voie 2 et entrée déviation verticale en mode XY..

36 **AUX** (touche) 49
Invocation du menu: AUXILIARY INPUT est l'entrée de déclenchement externe. En mode analogique, il est possible de sélectionner la modulation de la luminosité lorsque le déclenchement externe est désactivé.




37 **FFT** (touche) 50
En mode numérique, invocation du menu FFT avec sélection de la fenêtre et de l'échelle ainsi que désactivation de la fonction. En mode Yt numérique, permet de passer en mode FFT et, dans ce dernier, invoque le menu FFT.

38 **AUXILIARY INPUT** (Prise BNC) 51
Entrée pour signaux de déclenchement externe. L'entrée peut aussi être utilisée pour la modulation de la luminosité, mais seulement en mode analogique.

39 **PROBE/ADJ** (prise) 51
Sortie d'un signal rectangulaire pour la compensation en fréquence des sondes atténuatrices 10 : 1.

40 **PROBE/COMPONENT** (touche) 51
Invocation du menu pour l'activation ou la désactivation du testeur de composants, la sélection de la fréquence du signal sur la prise PROBE ADJ., l'affichage d'informations sur le matériel et le logiciel ainsi que l'interface (face arrière de l'appareil) et la clé USB.

41 **COMPONENT TESTER** (2 prises de 4 mm de diamètre) 52
Raccordement des cordons de mesure du testeur de composants. La prise de gauche est reliée galvaniquement à la terre.

42 **Clé USB** (prise USB en face avant) 52
Prise pour une clé USB permettant d'enregistrer et de charger des signaux et des paramètres de signaux en mode numérique.

43 **MENU OFF** (touche) 52
Referme le menu ou ramène au niveau de menu supérieur.

# Principes généraux

## Nature du signal

La description ci-après du HM1008-2 se rapporte aux modes analogique et numérique de l'oscilloscope. Aucune mention particulière n'est faite aux différences de caractéristiques entre les modes de fonctionnement.

L'oscilloscope HM1008-2 détecte en temps réel pratiquement tous les types de signaux qui se répètent périodiquement (tensions alternatives) jusqu'à des fréquences d'au moins 100 MHz (–3 dB) ainsi que les tensions continues.

L'amplificateur vertical est conçu de façon à ce que la qualité de la transmission ne soit pas influencée par ses propres suroscillations.

La représentation de phénomènes électriques simples tels que des signaux sinusoïdaux HF et BF ou les tensions d'ondulation fréquentes sur le secteur ne pose aucun problème particulier. Lors des mesures à partir de 40 MHz environ, il faut tenir compte d'une erreur de mesure de plus en plus importante liée à la chute de l'amplification. La chute est d'environ 10 % à 80 MHz, dans quel cas la valeur réelle de la tension est environ 11 % supérieure à la valeur affichée. Il est impossible de définir avec exactitude l'erreur de mesure en raison des bandes passantes différentes des amplificateurs verticaux (-3 dB entre 100 MHz et 140 MHz)

Dans le cas des phénomènes sinusoïdaux, la limite de –6 dB du HM1008-2 se situe à 160 MHz.

Lors de l'acquisition de signaux rectangulaires ou impulsionnels, il faut tenir compte du fait qu'il faut également transmettre leurs composantes harmoniques. Par conséquent, la fréquence de récurrence du signal doit être nettement inférieure (environ 5 à 10 fois) à la fréquence limite supérieure de l'amplificateur vertical. Il faut tenir compte de ce fait lors de l'analyse de signaux de ce type.

La représentation de signaux mélangés est plus difficile, notamment lorsqu'ils ne contiennent pas de niveaux élevés qui se répètent à la fréquence de récurrence et sur lesquels l'oscilloscope pourrait être déclenché. C'est le cas des signaux en rafale (burst), par exemple. Une modification de la durée d'inhibition (HOLD OFF) est nécessaire dans certains cas pour obtenir là aussi une image bien synchronisée.

Le séparateur synchro TV actif permet un déclenchement aisé sur les signaux vidéo-composites.

**La résolution horizontale ne pose aucun problème.** À une fréquence de 100 MHz, par exemple, et avec le plus petit calibre possible de la base de temps (5 ns/cm), la période tracée du signal est supérieure à 2 cm.

L'entrée de chaque amplificateur vertical peut être utilisée en couplage AC ou DC (DC = direct current ; AC = alternating current) permettant un fonctionnement au choix en tant qu'amplificateur de tension alternative ou continue. Il est conseillé de n'utiliser le couplage courant continu DC qu'avec une sonde atténuatrice ou à des fréquences très basses ou alors lorsqu'il faut impérativement détecter la composante continue du signal.

Des inclinaisons de palier parasites peuvent apparaître lors de la mesure d'impulsions à très basse fréquence avec un couplage AC (courant alternatif) de l'amplificateur vertical (fréquence limite en AC 1,6 Hz pour -3 dB). Il faut alors accorder la préférence au couplage DC, sous réserve qu'aucune tension continue élevée ne soit superposée au signal. Le cas contraire, il faut brancher un condensateur de valeur appropriée avant l'entrée de l'amplificateur de mesure commuté sur couplage DC. Celui-ci doit posséder une rigidité diélectrique suffisamment élevée. Le couplage DC est également à recommander pour la représentation de signaux logiques et d'impulsions, notamment lorsque le rapport cyclique varie constamment. Le cas contraire, l'image se déplace vers le haut ou vers le bas à chaque modification. Les tensions continues pures ne peuvent être mesurées qu'en couplage DC.

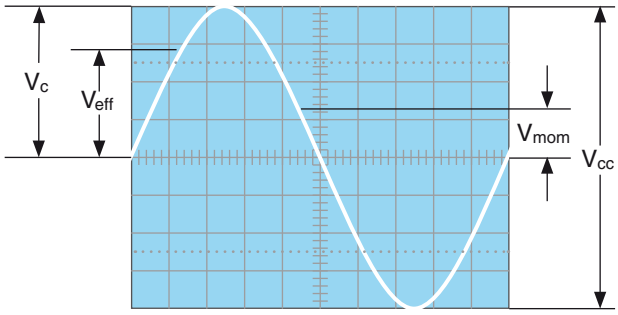
Le couplage d'entrée sélectionné est indiqué par le READOUT (écran). Le symbole «= » indique le couplage DC alors que le couplage AC est indiqué par le symbole «~ » (voir «Éléments de commande et Readout »).

## Amplitude du signal

En électrotechnique, les tensions alternatives sont généralement indiquées en valeur efficace. La valeur crête à crête Vcc est cependant utilisée pour désigner les amplitudes et les tensions mesurées avec un oscilloscope. Celle-ci correspond à la différence de potentiel réelle entre le point le plus positif et le point le plus négatif d'une tension telle qu'elle est représentée à l'écran.

Si l'on veut convertir une grandeur sinusoïdale représentée sur l'écran de l'oscilloscope en valeur efficace, il faut diviser la valeur Vcc par 2 x √2 =2,83. À l'inverse, il faut tenir compte du fait que les tensions sinusoïdales indiquées en Veff ont une différence de potentiel 2,83 fois supérieure en Vcc. La figure ci-dessous représente les relations entre les différentes amplitudes de tension.

## Valeurs de la tension sur une courbe sinusoïdale




$V_{eff}$ = valeur efficace;
$V_c$ = valeur de crête simple;
$V_{cc}$ = valeur crête à crête;
$V_{mom}$ = valeur momentanée (en fonction du temps)

La tension de signal minimale requise à l'entrée Y pour une image de 1 cm de hauteur est de 1 $mV_{cc}$ (±5 %) lorsque le coefficient de déviation indiqué par le READOUT (écran) est de 1 mV et que le vernier de réglage fin est en position calibrée. Il est toutefois possible d'enregistrer des signaux encore plus petits. Les coefficients de déviation possibles sont indiqués en $mV_{cc}$/cm ou en Vcc/cm. La grandeur de la tension du signal peut être déterminée à l'aide du curseur en tenant automatiquement compte de la sonde atténuatrice et elle est indiquée par le Readout. Dans le cas des sondes atténuatrices avec identification du facteur d'atténuation, la prise en compte s'effectue automatiquement et avec une priorité supérieure à la détermination manuelle, également possible, du facteur d'atténuation. Le coefficient de déviation est affiché dans le Readout en tenant compte du facteur d'atténuation.
Le vernier de réglage fin doit se trouver en position calibrée pour les mesures de l'amplitude. Hors calibrage, la sensibilité de déviation peut être réduite continuellement (voir «Éléments de commande et Readout »). Il est ainsi possible de régler toutes les valeurs intermédiaires au sein des positions 1-2-5 du commutateur d'atténuation. Des signaux jusqu'à 400 $V_{cc}$ environ peuvent ainsi être représentés sans sonde atténuatrice (coefficient de déviation 20 V/cm – réglage fin 2,5:1 – hauteur de la grille 8 cm).

S'il faut déterminer l'amplitude du signal sans les curseurs, il suffit de multiplier sa hauteur en cm par le coefficient de déviation (calibré) affiché.

**En l'absence de sonde atténuatrice, la tension à l'entrée Y ne doit pas dépasser 400 V (quelle que soit la polarité).**

Si le signal à mesurer est une tension alternative à laquelle est superposée une tension continue (tension mixte), la valeur maximale admissible des deux tensions (tension continue et valeur de crête simple de la tension alternative) est également de + ou de –400 V. Les tensions alternatives dont la valeur moyenne est nulle ne doivent pas dépasser 800 $V_{cc}$.

**Lors d'une mesure avec des sondes atténuatrices, leurs valeurs limites éventuellement plus élevées ne s'appliquent que si l'entrée de l'oscilloscope est en couplage DC.**

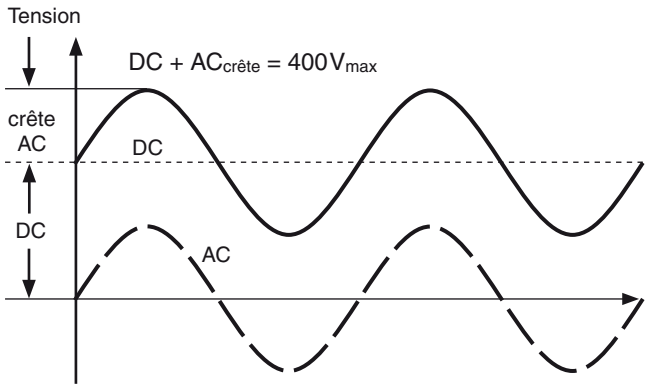
Si une tension continue est appliquée à l'entrée et que le couplage d'entrée se trouve sur AC, la tension ne doit pas être supérieure à la valeur limite la plus basse de l'entrée de l'oscilloscope (400 V). Le diviseur de tension constitué de la résistance dans la sonde et de la résistance d'entrée de 1 MΩ de l'oscilloscope est sans effet pour les tensions continues en raison du condensateur qui y est intercalé dans le cas d'un couplage AC. La tension continue non divisée est alors en même temps appliquée au condensateur. Dans le cas des tensions mixtes, il faut tenir compte du fait que leur composante continue n'est pas non plus divisée avec un couplage AC alors que la composante alternative subit une division dépendante de la fréquence et liée à la résistance capacitive du condensateur de couplage. Le facteur d'atténuation de la sonde peut être supposé exact pour les fréquences ≥40 Hz.

En considération des conditions décrites précédemment, les sondes atténuatrices HAMEG 10:1 de type HZ200 permettent de mesurer des tensions continues jusqu'à 400 V ou des tensions alternatives (dont la valeur moyenne est nulle) jusqu'à 800 $V_{cc}$. Les sondes spéciales 100:1 (par exemple la HZ53) permettent de mesurer des tensions continues jusqu'à 1200 V ou des tensions alternatives (dont la valeur moyenne est nulle) jusqu'à 2400 $V_{cc}$. Cette valeur diminue cependant aux fréquences élevées (voir les caractéristiques techniques de la HZ53). Avec une sonde atténuatrice 10:1 normale, des tensions aussi élevées risquent de provoquer un claquage du trimmer C qui shunte la résistance série de la sonde et ainsi d'endommager l'entrée Y de l'oscilloscope.

Une sonde 10:1 est cependant suffisante s'il faut seulement mesurer l'ondulation résiduelle d'une haute tension, par exemple. Celle-ci doit alors être précédée d'un condensateur haute tension approprié (environ 22-68 nF).

Une ligne horizontale du graticule peut être prise comme ligne de référence du potentiel de masse avant la mesure en plaçant le couplage d'entrée sur GND et en se servant du bouton de réglage POSITION. Elle peut se trouver n'importe où par rapport à la ligne médiane, en fonction de la valeur positive et/ou négative des écarts à mesurer par rapport au potentiel de masse.

## Valeur totale de la tension d'entrée




La courbe discontinue montre une tension alternative qui oscille autour de 0 volt. Si une tension continue (DC) est superposée à cette tension, l'addition de la crête positive et de la tension continue donne la tension maximale appliquée (DC + crête AC).

## Valeurs du temps du signal

Les signaux mesurés avec un oscilloscope sont généralement des courbes de tension qui se répètent dans le temps et qui seront appelée ci-après des périodes. Le nombre de périodes par seconde est la fréquence de récurrence. Plusieurs péri-

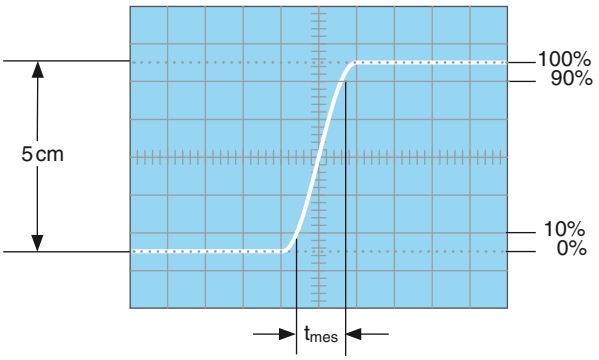
odes du signal peuvent être représentées ou alors une partie seulement d'une période, suivant le réglage de la base de temps (TIME/DIV.). Les calibres de la base de temps sont affichés dans le Readout (écran) et indiqués en s/cm, ms/cm, µs/cm et ns/cm (1 cm correspond à 1 division sur la grille à l'écran). La durée de la période ou la fréquence du signal peuvent être déterminées en toute simplicité à l'aide des curseurs en mode mesure du $\Delta t$ ou du $\Delta 1/t$ (fréquence).
S'il faut déterminer la durée d'un signal sans les curseurs, il suffit de multiplier sa durée relevée en cm par le coefficient de déviation (calibré) affiché.

Le zoom (mode numérique), la 2ème base de temps (mode analogique) ou l'expansion horizontale (MAG x10) peuvent être utilisés si l'intervalle de temps à mesurer est relativement court par rapport à la période complète du signal.
L'intervalle de temps intéressant peut être amené au centre de l'écran à l'aide du bouton HORIZONTAL.

La réaction du système à une tension impulsionnelle est déterminée par son temps de montée. Les temps de montée et de descente d'une impulsion sont mesurés entre 10 et 90 % de son amplitude totale.

L'exemple suivant décrit la lecture à l'aide du graticule de l'écran. La lecture peut toutefois également être effectuée de manière considérablement plus simple à l'aide des curseurs en mode mesure du temps de montée (voir «Éléments de commande et Readout »).

**Mesure:**
- Le front de l'impulsion est réglé exactement à une hauteur inscrite de 5 cm (à l'aide du calibre Y et du vernier de réglage fin).
- Le front est positionné en symétrie par rapport à la ligne médiane X et Y (avec les boutons de réglage X-Pos. et Y-Pos.).
- Relever les points d'intersection du front du signal avec les lignes 10 % et 90 % et déterminer leur écart dans le temps.




Si le calibre de la base de temps est de 5 ns/cm, l'exemple d'image donne un temps de montée mesurée total de

$$t_{tot} = 1{,}6 \text{ cm} \times 5 \text{ ns/cm} = 8 \text{ ns}$$

Avec des temps très courts, le temps de montée de l'amplificateur vertical de l'oscilloscope et celui de la sonde atténuatrice éventuellement utilisée sont à déduire géométriquement de la valeur mesurée. Le temps de montée du signal est alors de

$$t_a = \sqrt{t_{ges}^2 - t_{osc}^2 - t_t^2}$$

$t_{tot}$ correspond ici au temps de montée total mesure, $t_{osc}$ à celui de l'oscilloscope (environ 3,5 ns sur le HM1008-2) et $t_t$ à celui de la sonde atténuatrice, par exemple 2 ns. Si $t_{tot}$ est supérieur à 34 ns, le temps de montée de l'amplificateur vertical peut alors être négligé (erreur <1 %).

L'exemple ci-dessus donne ainsi un temps de montée du signal de

$$t_a = \sqrt{8^2 - 3{,}5^2 - 2^2} = 6{,}9 \text{ ns}$$

La mesure du temps de montée ou de descente ne se limite naturellement pas au réglage de l'image illustré ci-dessus, celle-ci ne fait que la simplifier. La mesure peut en principe être effectuée quelles que soient la position de l'image et l'amplitude du signal. Le plus important est que le front intéressant du signal soit visible sur toute sa longueur avec une pente pas trop raide et que l'écart horizontal soit mesuré à 10 % et à 90 % de l'amplitude. Si le front présente des pré- ou des suroscillations, il ne faut pas rapporter les 100 % aux valeurs de crête, mais au niveau de régime établi. De même, il ne faut pas tenir compte des creux ou des pointes à côté du front. La mesure du temps de montée ou de descente perd toutefois tout son sens en présence de fortes distorsions transitoires. La relation suivante entre la valeur numérique du temps de montée $t_r$ (en ns) et la bande passante B (en MHz) s'applique aux amplificateurs ayant un temps de propagation de groupe quasiment constant (c'est-à-dire un bon comportement impulsionnel):

$$t_a = \frac{350}{B} \qquad B = \frac{350}{t_a}$$

## Application du signal

Une brève pression sur la touche AUTOSET suffit pour obtenir automatiquement un réglage approprié de l'appareil en fonction du signal (voir AUTOSET). Les explications suivantes se rapportent à des applications spéciales qui nécessitent une commande manuelle. La fonction des éléments de commande est décrite dans la partie «Éléments de commande et Readout».

**Prudence lors de l'application de signaux inconnus à l'entrée verticale !**

Il est recommandé de toujours effectuer la mesure avec une sonde atténuatrice ! En l'absence de sonde atténuatrice, il convient de commencer par le couplage AC et le calibre 20 V/cm. Si la trace disparaît brutalement après l'application du signal, il est possible que l'amplitude du signal soit beaucoup trop importante et sature complètement l'amplificateur vertical. Il faut alors augmenter le coefficient de déviation (réduire la sensibilité) jusqu'à ce que la déviation verticale ne soit plus que de 3-8 cm. En cas de mesure calibrée de l'amplitude et avec des signaux dont l'amplitude est supérieure à 160 $V_{cc}$, il faut impérativement utiliser une sonde atténuatrice dont la rigidité diélectrique doit supporter le signal mesuré. La trace s'assombrit si la durée de la période du signal mesuré est nettement supérieure au calibre choisi de la base de temps. Il faut alors augmenter le coefficient de déviation horizontale.

Le signal à enregistrer peut être appliqué à l'entrée Y de l'oscilloscope directement avec un câble de mesure blindé tel que HZ 32 ou HZ 34, par exemple, ou par le biais d'une sonde atténuatrice 10:1. L'utilisation des câbles de mesure indiqués sur des objets à haute impédance n'est cependant recommandée qu'en travaillant avec des signaux sinusoïdaux à des fréquences relativement faibles (jusqu'à 50 kHz environ). Pour les fréquences plus élevées, la source de tension de mesure doit être de faible résistance, c'est-à-dire adaptée à l'impédance du câble (généralement 50 Ω).

Plus particulièrement lors de la transmission de signaux rectangulaires et impulsionnels, le câble doit être muni d'une terminaison ayant une résistance égale à l'impédance du câble et montée directement à l'entrée Y de l'oscilloscope. La charge de passage 50 Ω HAMEG HZ22 peut être utilisée ici en

combinaison avec un câble de 50 Ω tel que le HZ34, par exemple. Des distorsions transitoires parasites peuvent notamment apparaître sur les fronts et les crêtes lors de la transmission de signaux rectangulaires à temps de montée court. Les signaux sinusoïdaux à haute fréquence (>100 kHz) doivent eux aussi en principe seulement être mesurés avec une charge de passage. Les amplificateurs, les générateurs ou leurs atténuateurs ne peuvent généralement maintenir leur tension de sortie nominale indépendamment de la fréquence que si leurs câbles de raccordement sont munis d'une terminaison ayant la résistance préconisée.

Il faut ici tenir compte du fait que la charge de passage HZ22 supporte une charge maximale de 1 watt. Cette puissance est atteinte avec une tension de 7 $V_{eff}$ ou de 19,7 $V_{cc}$ dans le cas d'un signal sinusoïdal.

Aucune terminaison n'est requise en cas d'utilisation d'une sonde atténuatrice 10:1 ou 100:1. Le câble de raccordement est alors directement adapté à l'entrée haute impédance de l'oscilloscope. Les sondes atténuatrices ne représentent en outre qu'une faible charge pour les sources de tension à haute impédance (environ 10 MΩ II 12 pF pour une sonde 10:1 ou 100 MΩ II 5 pF pour une sonde 100 : 1). Par conséquent, il faut toujours travailler avec une sonde atténuatrice dès la chute de tension qu'elle entraîne peut de nouveau être compensée par un réglage approprié de la sensibilité. De plus, l'impédance série de la sonde constitue également une protection pour l'entrée de l'amplificateur vertical. Du fait de leur fabrication individuelle, les sondes atténuatrices sont seulement pré-compensées. Il faut donc effectuer un réglage précis de la compensation sur l'oscilloscope (voir Compensation des sondes).

Les sondes atténuatrices standard diminuent plus ou moins la bande passante de l'oscilloscope et augmentent le temps de montée. Dans tous les cas où il faut utiliser la totalité de la bande passante de l'oscilloscope (par exemple pour des impulsions aux fronts très raides), il est fortement recommandé d'utiliser les sondes HZ200 fournies (10:1 avec identification automatique du facteur de division). Une HZ200 dispose en outre de 2 points de compensation HF en plus du réglage de la compensation en basse fréquence. Une correction du temps de propagation de groupe peut ainsi être réalisé à la fréquence limite supérieure de l'oscilloscope à l'aide d'un calibreur commutable sur 1 MHz. Ce type de sonde modifie en fait à peine la bande passante et le temps de montée de l'oscilloscope et, dans certaines circonstances, améliore même la fidélité de restitution de la forme du signal. Cela permet de corriger ultérieurement des défauts spécifiques dans la transmission des impulsions.

**Il faut toujours appliquer le couplage d'entrée DC en présence de tensions continues supérieures à 400 V, même en utilisant une sonde atténuatrice. Il faut en outre tenir compte de la tension maximale admissible de la sonde.**

Lors du couplage AC avec des signaux à basse fréquence, l'atténuation devient indépendante de la fréquence. Les impulsions peuvent présenter des inclinaisons de palier, les tensions continues sont supprimées mais chargent le condensateur concerné de couplage d'entrée de l'oscilloscope.

Sa rigidité diélectrique est de 400 V max. (DC + AC crête). Il est donc particulièrement important de choisir le couplage d'entrée DC avec une sonde atténuatrice 100:1 qui possède généralement une rigidité diélectrique de 1200 V max. (DC + AC crête). Il est cependant possible de brancher un condensateur ayant une capacité et une rigidité diélectrique en conséquence avant la sonde atténuatrice pour supprimer la tension continue parasite (par exemple pour une mesure de la tension de ronflement). Quelle que soit la sonde atténuatrice, au-dessus de 20 kHz la tension alternative d'entrée admissible est limitée par la fréquence. Il faut donc tenir compte de la courbe de réduction de charge «Derating curve » du modèle de sonde.

Le choix du point de masse sur l'objet à contrôler est important pour l'acquisition de signaux de faible tension. Il doit toujours se trouver le plus près possible du point de mesure. Le cas contraire, les courants éventuellement présents peuvent circuler dans les lignes de masse ou des parties du châssis et fausser fortement le résultat de la mesure. Les fils de masse des sondes sont eux aussi particulièrement sensibles. Ils doivent être aussi courts et gros que possible.

**Il convient d'utiliser un adaptateur BNC lors du raccordement de la tête de la sonde atténuatrice à une prise BNC. Les problèmes de masse et d'adaptation sont ainsi éliminés.**

L'apparition dans le circuit de mesure de tensions de ronflement ou parasites (notamment aux faibles coefficients de déviation verticale) peut être provoquée par une mise à la terre en plusieurs points, car des courants d'équilibrage peuvent alors circuler dans les blindages des câbles de mesure (chute de tension entre les mises à la terre provoquée par d'autres appareils banchés sur le réseau, par exemple générateurs de signaux munis de condensateurs d'anti-parasitage).

## Mise en route et préréglages

Avant la première mise en service, il faut tout d'abord établir la liaison de terre (c'est-à-dire brancher le cordon secteur), et ce avant toute autre liaison.

L'oscilloscope est mis en service avec la touche rouge POWER, plusieurs voyants s'allument alors initialement. L'oscilloscope reprend ensuite le paramétrage qu'il avait lors du dernier arrêt. Il faut appuyer sur la touche AUTOSET si la trace ou le Readout restent invisibles après environ 20 secondes.

Lorsque le balayage apparaît, régler une luminosité moyenne avec le bouton INTENS, un astigmatisme maximum après être passé en mode FOCUS puis régler la trace en position horizontale avec le bouton de rotation de la trace.

Pour ménager le tube cathodique, il est conseillé de toujours travailler avec une luminosité adaptée à la mesure à effectuer et à la luminosité ambiante. Il faut être particulièrement prudent dans le cas d'un faisceau ponctuel fixe. S'il est trop lumineux, il peut endommager la couche luminescente du tube. Des arrêts et des mises en marche successifs fréquents de l'oscilloscope peuvent en outre endommager la cathode du tube.

Les cordons de mesure peuvent ensuite être branchés aux entrées de l'oscilloscope après avoir sélectionné le coefficient de déviation maximum (20 V/cm). Ils sont ensuite à relier à l'objet à mesurer qui peut alors être mis sous tension. Si aucune trace n'apparaît, il est recommandé d'appuyer sur la touche AUTOSET.

## Rotation de trace TR

Malgré le blindage en mumétal du tube cathodique, il est impossible d'éviter totalement les influences du champ magnétique terrestre sur la position horizontale du faisceau. Celle-ci dépend de l'orientation de l'oscilloscope au poste de travail. Le balayage de la ligne horizontale du faisceau au centre de l'écran n'est alors pas parfaitement parallèle aux lignes du graticule. Le bouton INTENS en mode «Rotation de trace» permet d'apporter une correction de quelques degrés.

## Utilisation et compensation des sondes

Pour que la sonde utilisée restitue le signal sans déformation, elle doit être adaptée exactement à l'impédance d'entrée de l'amplificateur vertical. Un générateur intégré dans l'oscilloscope délivre à cet effet un signal rectangulaire au temps de montée très court qui peut être prélevé sur la prise concentrique sous l'écran. Elle délivre une tension de 0,2 Vcc ±1 % pour les sondes atténuatrices 10:1.

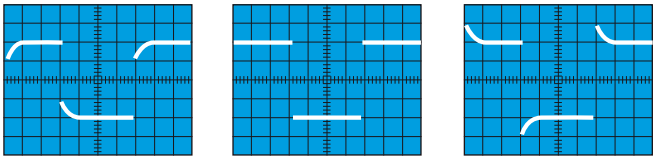
Cette tension correspond à une amplitude d'écran de 4 cm lorsque l'atténuateur d'entrée est réglé sur le calibre 5 mV/cm.

Le diamètre intérieur de la prise est de 4,9 mm, ce qui correspond au diamètre extérieur (mis à la masse) du tube de blindage des têtes de sonde modernes de la série F (uniformisation internationale). C'est la seule manière de garantir une liaison de masse courte, laquelle est une condition indispensable pour des signaux à haute fréquence et une restitution fidèle de la forme des signaux non sinusoïdaux.

## Compensation 1 kHz

Ce réglage par trimmer C (compensation BF) compense la charge capacitive de l'entrée de l'oscilloscope. Grâce à la compensation, le diviseur capacitif atteint le même rapport de division que le diviseur ohmique.
La division de tension aux hautes et aux basses fréquences est ainsi la même qu'en tension continue. Cette compensation n'est ni nécessaire ni possible pour les sondes 1:1 ou commutées sur 1:1. La condition nécessaire à la compensation est que la trace soit parallèle aux lignes horizontales du graticule (voir Rotation de trace TR).

Raccorder la sonde atténuatrice 10:1 à l'entrée sur laquelle doit être appliquée la compensation. Sélectionner le couplage d'entrée DC, positionner l'atténuateur d'entrée (VOLTS/DIV) sur 5 mV/cm et la base de temps (TIME/DIV) sur 0,2 ms/cm (tous deux calibrés), puis introduire la pointe de la sonde (diviseur 10:1) dans la prise «PROBE ADJ. ».



faux correct faux

Deux périodes de signal sont visibles à l'écran. Il faut à présent régler le trimmer de compensation BF dont la position est indiquée dans la notice d'utilisation de la sonde.

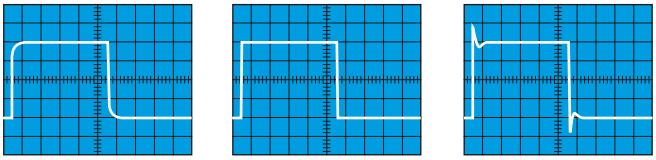
Régler le trimmer avec le tournevis isolé fourni jusqu'à ce que les crêtes supérieures du signal rectangulaire soient parfaitement parallèles aux lignes horizontales du graticule (voir figure 4). La hauteur du signal devrait alors être de 4 cm ±1,2 mm. Les fronts du signal sont invisibles lors de ce réglage.

## Compensation 1 MHz

Les sondes fournies possèdent des circuits de compensation de distorsion-résonance qui permettent une compensation optimale de la sonde dans la plage de fréquence supérieure de l'amplificateur vertical.

Après avoir effectué cette compensation, on obtient non seulement la bande passante maximale possible avec la sonde atténuatrice, mais aussi un temps de propagation de groupe quasiment constant en fin de plage. Cela permet de limiter à un minimum les distorsions transitoires (suroscillations, arrondis, trous ou bosses dans la crête) à proximité du front montant.

La condition nécessaire à cette compensation HF est un générateur de signaux rectangulaires ayant un faible temps de montée (généralement de 4 ns) et une sortie à basse impédance (environ 50 Ω) et qui délivre une tension de 0,2 $V_{cc}$ à une fréquence de 1 MHz. La sortie «PROBE ADJ» de l'oscilloscope remplit ces conditions lorsque la fréquence sélectionnée du signal est de 1 MHz.



faux correct faux

Raccorder la sonde atténuatrice 10:1 à l'entrée sur laquelle doit être appliquée la compensation. Sélectionner le signal de 1 MHz sur la prise PROBE ADJ, couplage d'entrée DC, positionner l'atténuateur d'entrée (VOLTS/DIV) sur 5 mV/cm et la base de temps (TIME/DIV) sur 0,1 µs/cm (tous deux calibrés). Introduire la pointe de la sonde dans la prise PROBE ADJ. Les fronts du signal de tension rectangulaire apparaissent à présent aussi à l'écran. La compensation HF est à présent effectuée. Il faut ici observer le front montant et le coin supérieur gauche de la crête de l'impulsion.

La position des éléments de compensation HF est là aussi indiquée dans la notice d'utilisation de la sonde.

**Critères pour la compensation HF:**
- Un temps de montée court, c'est-à-dire un front montant raide.
- Des suroscillations minimales avec une crête la plus rectiligne possible et ainsi une réponse en fréquence linéaire.

La compensation HF doit être réalisée de manière à ce que la transition entre le front montant et la crête du signal rectangulaire ne soit ni trop arrondie, ni ne présente des suroscillations. Après avoir terminé la compensation HF, il faut également contrôler l'amplitude du signal de 1 MHz à l'écran. Elle doit avoir la même valeur que précédemment lors de la compensation 1 kHz.

L'attention est attirée sur le fait qu'il faut effectuer le réglage de la compensation en respectant la séquence 1 kHz – 1 MHz, sans toutefois la répéter, et que les fréquences de 1 kHz et de 1 MHz du calibreur ne peuvent pas être utilisées pour l'étalonnage de la base de temps. De plus, le rapport cyclique est différent de 1 : 1.

Les conditions nécessaires à une compensation simple et précise des sondes atténuatrices (ou d'un contrôle des coef-

ficients de déviation) sont des crêtes d'impulsion horizontales, des hauteurs d'impulsion calibrées et un potentiel nul pour la crête d'impulsion négative. La fréquence et le rapport cyclique sont ici sans importance.

## Modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux

Les principaux éléments de commande qui interviennent dans l'utilisation des amplificateurs verticaux sont les touches VERT/XY [32], CH1 [31], et CH2 [33]. Celles-ci permettent d'accéder aux menus dans lesquels peuvent être sélectionnés les modes de fonctionnement des amplifi cateurs verticaux ainsi que les paramètres des voies utilisées.

La sélection du mode de fonctionnement est décrite dans la partie «Éléments de commande et Readout ».

**Remarque préliminaire:** L'expression «les deux voies» se rapporte toujours aux voies «CH1» et «CH2».

La façon la plus courante de représenter des signaux avec un oscilloscope est le mode Yt. En fonctionnement analogique, l'amplitude du signal ou des signaux à mesurer provoque une déviation du faisceau dans le sens Y. Le faisceau est simultanément dévié de la gauche vers la droite (base de temps).

Le ou les amplificateurs verticaux offrent les possibilités suivantes :
- La représentation d'un seul signal en mode voie 1.
- La représentation d'un seul signal en mode voie 2.
- La représentation de deux signaux en mode DUAL (double trace).

En mode DUAL, les deux voies fonctionnent. En mode analogique, le mode de représentation des signaux des deux voies dépend de la base de temps (voir «Éléments de commande et Readout »). L'inversion des voies peut avoir lieu après chaque balayage horizontal (mode alterné), mais elle peut également se produire à une fréquence élevée au sein d'une période de balayage (mode choppé). Même les phénomènes lents peuvent ainsi être visualisés sans scintillements.

Le mode alterné n'est généralement pas adapté pour la visualisation avec l'oscilloscope de phénomènes lents à des calibres de base de temps ≥ 0,5 ms/cm. L'écran scintille alors trop ou semble vaciller. Le mode choppé n'a généralement aucun intérêt pour les signaux ayant une fréquence de récurrence élevée et qui sont ainsi observés aux petits calibres de la base de temps.

Les explications relatives à l'inversion des voies ne s'appliquent pas au mode numérique de l'oscilloscope, car chaque voie dispose d'un convertisseur analogique/numérique et l'acquisition du signal s'effectue de ce fait simultanément sur tous les canaux.
Le mode addition (ADD) réalise la somme algébrique des signaux des deux voies (±CH1 plus ±CH2). Le signe «± » indique la voie non inversée (+) ou inversée (–). Le résultat obtenu, à savoir la somme ou la différence des tensions des signaux, dépend de la phase ou de la polarité des signaux eux-mêmes et de l'application ou non d'une inversion du signal dans l'oscilloscope.

**Tensions d'entrée en phase:**

| | | |
|---|---|---|
| Aucun des deux canaux n'est inversé | = | somme |
| Les deux canaux sont inversés | = | somme |
| Un seul canal inversé | = | différence |

**Tensions d'entrée en opposition de phase:**

| | | |
|---|---|---|
| Aucun des deux canaux n'est inversé | = | différence |
| Les deux canaux sont inversés | = | différence |
| Un seul canal inversé | = | somme |

En mode addition, la position verticale de la trace dépend du réglage Y-POSITION des deux voies. Cela veut dire que le réglage Y-POSITION est additionné, mais il ne peut pas être influencé par INVERT.

Les tensions du signal entre deux points chauds du circuit sont souvent mesurées en mode différence des deux voies. Il est ainsi également possible de déterminer les courants entre deux parties sous tension du circuit en mesurant la chute de tension aux bornes d'une résistance connue. La règle générale à appliquer est que lors de la représentation de signaux différentiels, la mesure des deux tensions doit exclusivement être effectuée avec des sondes identiques (impédance et rapport de division). Pour certaines mesures différentielles, il s'avère avantageux de ne pas relier le câble de masse des sondes, qui est relié galvaniquement à la terre, avec l'objet à mesurer. Cela permet de réduire les éventuels ronflements ou parasites de mode commun.

### Mode XY

Ce mode de fonctionnement est activé avec VERT/XY [32] > XY. La base de temps est désactivée en mode XY analogique. La déviation horizontale est réalisée par le signal à l'entrée de la voie 1 (X-INP. = entrée horizontale). En mode XY, le diviseur d'entrée et le vernier de réglage fin de la voie 1 (CH1) sont utilisés pour le réglage de l'amplitude dans le sens horizontal.

Le réglage de la position horizontale s'effectue avec les boutons HORIZONTAL et POSITION 1.
En mode XY, la déviation verticale est réalisée par la voie 2 (CH 2).

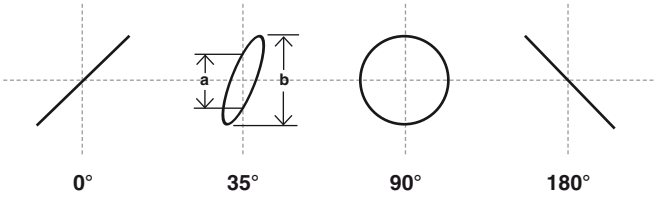
Comme l'expansion horizontale (MAG x10) est sans effet en mode XY, il n'existe aucune différence entre les deux voies au niveau de leur sensibilité maximale et de leur impédance d'entrée. Lors des mesures en mode XY, il faut tenir compte à la fois de la fréquence limite supérieure (–3 dB) de l'amplificateur X et de la différence de phase entre X et Y qui augmente aux fréquences supérieures (voir la fiche technique).

L'inversion du signal X (CH 1 = X-INP.) est impossible en mode XY.

La fonction XY combinée avec des figures de Lissajous facilite ou permet certaines opérations de mesure:
- Comparaison de deux signaux de fréquences différentes ou calage d'une fréquence sur la fréquence de l'autre signal jusqu'à la synchronisation. Cela s'applique également aux multiples ou aux fractions entiers de l'une des fréquences.
- Comparaison des phases de deux signaux de même fréquence.

## Comparaison des phases avec une figure de Lissajous

Les figures suivantes montrent deux signaux sinusoïdaux de même fréquence et amplitude, mais ayant des angles de phase différents.




Le calcul de l'angle de phase ou du déphasage entre les tensions d'entrée X et Y (après avoir mesuré les distances a et b sur l'écran) peut être effectué très facilement avec les formules suivantes et une calculatrice de poche possédant des fonctions trigonométriques et peut en outre être réalisé indépendamment des amplitudes de déviation à l'écran.

$$\sin \varphi = \frac{a}{b}$$

$$\cos \varphi = \sqrt{1 - \left(\frac{a}{b}\right)^2}$$

$$\varphi = \text{arc sin } \frac{a}{b}$$

**Il faut ici tenir compte des points suivants:**

- Du fait de la périodicité des fonctions trigonométriques, le calcul doit se limiter aux angles ≤ 90°. C'est justement là que résident les avantages de la méthode.
- Ne pas utiliser une fréquence de mesure trop élevée. Les amplificateurs de mesure utilisés en mode XY présentent un déphasage qui augmente avec la fréquence et qui peut dépasser 3° au-dessus de la fréquence indiquée sur la fiche technique.
- Il est impossible de déterminer à partir de la seule image à l'écran si la tension testée est en avance ou en retard de phase par rapport à la tension de référence. Un élément RC placé avant l'entrée de l'oscilloscope sur laquelle est appliquée la tension testée peut ici s'avérer utile. La résistance d'entrée de 1 MΩ peut faire office de résistance R, il suffit alors de rajouter un condensateur C approprié. Si l'ouverture de l'ellipse augmente (par rapport à C court-circuité), la tension testée est alors en avance de phase et inversement. Cela ne s'applique cependant que pour un déphasage jusqu'à 90°. Par conséquent, C doit être suffisamment grand et ne provoquer qu'un déphasage relativement faible mais suffisant pour être remarqué.

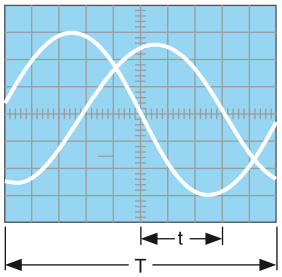
En mode XY, lorsque les deux tensions d'entrée sont absentes ou disparaissent, un spot très lumineux apparaît à l'écran. Ce point risque de brûler la couche de luminophore si la luminosité réglée (INTENS) est excessive, ce qui peut provoquer une perte définitive de luminosité ou, dans les cas extrêmes, une destruction complète de la couche de luminophore à l'endroit du point.

## Mesure de la différence de phase en mode double trace (Yt)

**Attention: la mesure de la différence de phase en mode double trace Yt est impossible avec le déclenchement alterné.**

En mode double trace Yt (DUAL), il est très facile de mesurer une différence de phase importante entre deux signaux d'entrée de même fréquence et de même forme. Le balayage est ici déclenché par le signal qui sert de référence (phase 0). L'autre signal peut alors être en avance ou en retard de phase. La précision de lecture sera élevée en affichant à l'écran un peu plus d'une période et en réglant à peu près la même hauteur d'image pour les deux signaux. Le vernier de réglage fin de l'amplitude et de la déviation horizontale ainsi que le bouton LEVEL peuvent également être utilisés pour ce réglage sans influencer le résultat. Il faut alors amener les deux traces sur la ligne médiane horizontale du graticule avant la mesure avec les boutons POSITON 1 et 2, sous réserve que ceux-ci servent de bouton de réglage de la position verticale pour les voies 1 et 2. Dans le cas des signaux sinusoïdaux, il faut observer les passages par zéro, les valeurs de crête étant moins précises. Le couplage AC est recommandé pour les deux voies lorsqu'un signal sinusoïdal est sensiblement déformé par des harmoniques pairs (demi-ondes non symétriques par rapport à l'axe X) ou en présence d'une tension continue de décalage. S'il s'agit de signaux impulsionnels de même forme, la lecture s'effectue sur les fronts raides.

t = écart horizontal entre les passages par zéro en cm
T = écart horizontal pour une période en cm




Dans l'exemple, t = 3 cm et T = 10 cm, ce qui donne une différence de phase en degrés d'angle de:

$$\varphi° = \frac{5}{T} \cdot 360° = \frac{3}{10} \cdot 360° = 108°$$

ou, exprimée en degrés d'arc:

$$\text{arc } \varphi° = \frac{t}{T} \cdot 2\pi = \frac{3}{10} \cdot 2\pi = 1{,}885 \text{ rad}$$

Les angles de phase relativement faibles à des fréquences pas trop élevées peuvent être mesurés avec plus de précision en mode XY à l'aide d'une figure de Lissajous.

## Mesure d'une modulation d'amplitude

**Attention:** La description ci-après se rapporte au mode analogique de l'oscilloscope. Des signaux fantômes risquent d'apparaître en mode numérique, car il faut régler un coefficient de déviation horizontale (TIME/DIV) plus élevé en présence de fréquences de modulation basses afin de pouvoir afficher au moins une période complète du signal de modulation. La fréquence d'échantillonnage qui en résulte peut être trop faible pour la fréquence porteuse.
L'amplitude momentanée u à l'instant t d'une tension porteuse HF non déformée et modulée en amplitude par une tension BF sinusoïdale est définie par l'équation:

$$u = U_T \cdot \sin\Omega t + 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega)\, t - 0{,}5m \cdot U_T \cdot \cos(\Omega - \omega)\, t$$

où: $U_T$ = amplitude de la porteuse non modulée,
$\Omega$ = $2\pi F$ = fréquence angulaire de la porteuse,
$\omega$ = $2\pi F$ = fréquence angulaire de modulation,
m = taux de modulation (généralement ≤1 ≙ 100 %).

Outre la fréquence porteuse F, la modulation donne lieu à la bande latérale inférieure F – f et à la bande latérale supérieure F + f.

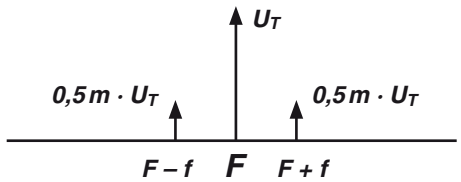



Fig. 1 Amplitudes et fréquences spectrales en modulation d'amplitude (m = 50 %)

L'image du signal HF modulé en amplitude peut être visualisée sur l'oscilloscope et exploitée lorsque le spectre des fréquences est inclus dans la bande passante de l'oscilloscope. Régler la base de temps de manière à visualiser plusieurs périodes de la fréquence de modulation. Plus précisément, il est recommandé de choisir le déclenchement externe avec la fréquence de modulation (à partir d'un générateur BF ou d'un démodulateur). Le déclenchement interne est souvent possible en utilisant le vernier de réglage fin de la base de temps.

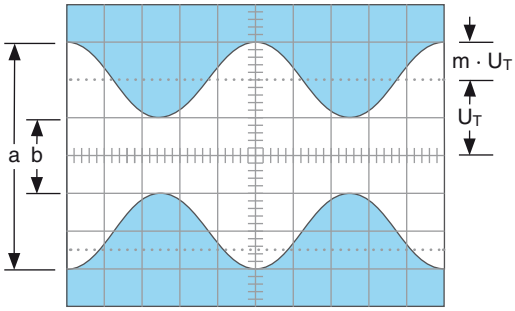



Fig. 2 Signal modulé en amplitude:
F = 1 MHz ; f = 1 kHz ; m = 50 % ; $U_T$ = 28,3 $mV_{eff}$.
Réglage de l'oscilloscope pour un signal selon la figure 2:

| | |
|---|---|
| Voie 1 en mode Y: | CH. 1 ; 20 mV/cm ; AC. |
| TIME/DIV.: | 0,2 ms/cm. |
| Déclenchement: | NORMAL; AC; int. avec vernier de réglage fin de la base de temps (ou déclenchement externe). |

En relevant les deux valeurs a et b à l'écran, le taux de modulation se calcule par

$$m = \frac{a-b}{a+b} \text{ bzw. } m = \frac{a-b}{a+b} \cdot 100\ [\%]$$

où: a = $U_T$ (1 + m) et b = $U_T$ (1 – m).

Les verniers de réglage fin de l'amplitude et de la base de temps peuvent se trouver dans une position quelconque lors de la mesure du taux de modulation. Leur position n'intervient pas dans le résultat.

## Déclenchement et balayage horizontal

Les principaux éléments de commande et indicateurs de ces fonctions se trouvent dans la zone grisée TRIGGER. Il sont décrits dans la partie «Éléments de commande et Readout».

La variation dans le temps d'une tension à mesurer (tension alternative) peut être visualisée en mode Yt. Le signal mesuré provoque ici une déviation du faisceau d'électrons dans le sens vertical alors que la base de temps produit un balayage horizontal (déviation temporelle) du faisceau d'électrons de la gauche vers la droite à une vitesse constante mais réglable.

Les variations périodiques répétitives de la tension sont généralement visualisées avec une déviation temporelle qui se répète périodiquement. Pour obtenir une trace «fixe» exploitable, le prochain début de la déviation temporelle ne doit avoir lieu qu'à la position du signal (amplitude et sens du front) identique à celle à laquelle a eu lieu le déclenchement précédent du balayage horizontal.

**Une tension constante (tension continue) ne peut pas provoquer un déclenchement, car en l'absence de variation de tension il n'existe pas non plus de front qui pourrait provoquer le déclenchement.**

Le déclenchement peut être provoqué par le signal mesuré lui-même (déclenchement interne) ou par une tension externe synchrone au signal mesuré (déclenchement externe).

L'amplitude minimale du signal de déclenchement qui est nécessaire pour le déclenchement est appelée seuil de déclenchement et elle peut être définie avec un signal sinusoïdal. En déclenchement interne, la tension de déclenchement est prélevée (après l'atténuateur) du signal mesuré par l'amplificateur de mesure qui fait office de source de déclenchement (interne). En déclenchement interne, l'amplitude minimale (seuil de déclenchement) est indiquée en mm et se rapporte à la déviation verticale sur l'écran. Cela permet d'éviter de devoir prendre en compte des valeurs différentes de la tension pour chaque position de l'atténuateur d'entrée.

Si la tension de déclenchement est amenée depuis l'extérieur, elle doit être mesurée en Vcc sur la prise correspondante. Dans certaines limites, la tension de déclenchement peut être nettement supérieure au seuil de déclenchement. Elle ne devrait généralement pas dépasser 20 fois cette valeur. L'oscilloscope possède deux modes de déclenchement qui sont décrits ci-après.

### Déclenchement automatique sur valeur de crête (menu MODE)

Les informations spécifiques à l'appareil se trouvent dans les rubriques MODE [20], >AUTO, LEVEL A/B - FFT-Marker [19], FILTER [21] et SOURCE [22] de la section «Éléments de commande et Readout». Ce mode de déclenchement est automatiquement activé en appuyant sur la touche AUTOSET. La détection de la valeur de crête est automatiquement désactivée en couplage de déclenchement DC et en déclenchement alterné, alors que le déclenchement automatique est maintenu.

En déclenchement automatique, un nouveau balayage horizontal a lieu à la fin du balayage précédent et à la fin de la durée d'inhibition qui le suit, et ce même en l'absence de signal de déclenchement. Une ligne horizontale, laquelle peut également correspondre à une tension continue, est donc toujours visible en mode analogique, même en l'absence de tension alternative mesurée, c'est-à-dire en l'absence de déclenchement.

En mode numérique, la ligne horizontale est toujours réactualisée. Lorsque la tension mesurée est appliquée, les actions se limitent essentiellement au réglage correct de l'amplitude et de la base de temps avec une trace toujours visible. En présence de signaux dont la fréquence est inférieure à 20 Hz, la durée de leur période est supérieure au temps d'attente du début automatique – non provoqué par le déclenchement – du balayage horizontal. Par conséquent, les signaux <20 Hz sont

représentés non déclenchés, et ce même si le signal remplit les conditions de déclenchement.

Le bouton de réglage du seuil de déclenchement est opérationnel en déclenchement automatique sur valeur de crête. Sa plage de réglage se cale automatiquement sur l'amplitude crête à crête du signal actuellement appliqué, ce qui la rend indépendante de l'amplitude et de la forme du signal.

Le rapport cyclique d'une tension rectangulaire, par exemple, peut varier entre 1 : 1 et environ 100 : 1 sans que le signal disparaisse.

Dans certaines circonstances, il est ainsi nécessaire d'amener le bouton LEVEL A/B pratiquement en butée alors que la mesure suivante exigera de le positionner différemment.

Cette facilité d'utilisation amène à recommander le déclenchement automatique sur valeur de crête pour toutes les opérations de mesure non complexes. Mais il convient également pour aborder des problèmes de mesure difficiles, notamment lorsque l'amplitude, la fréquence ou la forme du signal mesuré lui-même ne sont pas vraiment connues.

Le déclenchement automatique sur valeur de crête est indépendant de la source de déclenchement et peut être utilisé aussi bien en déclenchement interne qu'en déclenchement externe. Il permet la représentation synchronisée de signaux > 20 Hz.

## Déclenchement normal (menu MODE)

Les informations spécifiques à l'appareil se trouvent dans les rubriques MODE [20], >AUTO, LEVEL A/B - FFT-Marker [19], FILTER [21] et SOURCE [22] de la section «Éléments de commande et Readout». Les fonctions vernier de réglage fin de la base de temps (VAR), le réglage de la durée d'inhibition et le mode base de temps B, qui se trouvent dans le menu HOR VAR [30] constituent des aides utiles pour le déclenchement sur des signaux très difficiles.

**En déclenchement normal et avec un réglage approprié du seuil de déclenchement, le balayage horizontal peut être activé ou déclenché en tout point d'un front du signal. La plage de déclenchement couverte par le bouton de réglage du seuil de déclenchement dépend fortement de l'amplitude du signal de déclenchement.**

En déclenchement interne, si la hauteur d'image est inférieure à 1 cm, le réglage nécessite quelque doigté en raison de la petite taille de la zone d'accrochage. Si le seuil de déclenchement est mal réglé et/ou si le signal de déclenchement est absent, la base de temps ne démarre pas et aucune trace n'est représentée.

Le déclenchement normal permet également de déclencher sur des signaux compliqués. En présence d'une combinaison de signaux, la possibilité de déclenchement dépend de certaines valeurs de seuil qui se répètent périodiquement et qui, dans certaines circonstances, ne peuvent être trouvées que par un réglage au doigté du bouton du seuil de déclenchement.

## Sens du front (menu FILTER)

Après avoir affiché le menu FILTER [21], les touches de fonction permettent de définir le sens du front (de déclenchement). Voir aussi «Éléments de commande et Readout». Le réglage du sens du front n'est pas affecté par la fonction AUTOSET.

En déclenchement normal et automatique, le déclenchement peut avoir lieu, au choix, sur un front de tension montant ou descendant. Mais il est également possible de déclencher sur le front suivant, indépendamment de son sens, en choisissant la position «les deux».

Cette dernière possibilité est notamment intéressante lors de l'acquisition d'éléments uniques pour lesquels il n'est pas toujours possible de prévoir le sens du front initial et de risquer ainsi de déclencher non pas sur le début de l'événement, mais sur sa fin. Il est généralement inapproprié de déclencher sur les deux sens de front en présence de signaux répétitifs, car le fonctionnement ainsi obtenu semble erratique (double représentation).

Les fronts montants correspondent au moment où la tension passe d'un potentiel négatif à un potentiel positif. Cela n'a rien à voir avec le potentiel zéro ou un potentiel de masse ni avec les valeurs absolues de la tension. Le front positif peut très bien se trouver dans la partie négative d'un signal. Un front descendant provoque le déclenchement de la même façon. Cela s'applique aussi bien en déclenchement automatique qu'en déclenchement normal.

## Couplage de déclenchement (menu FILTER)

Les informations spécifiques à l'appareil se trouvent dans les rubriques MODE [20], >AUTO, LEVEL A/B - FFT-Marker [19], FILTER [21] et SOURCE [22] de la section «Éléments de commande et Readout». La fonction AUTOSET [11] active toujours le couplage de déclenchement DC, sous réserve que le couplage AC n'était pas sélectionné au préalable. La bande passante des différents couplages de déclenchement est indiquée dans la «fiche technique».
En couplage de déclenchement DC interne avec ou sans filtre BF, il convient de toujours travailler avec un déclenchement normal et le réglage du seuil de déclenchement. Le mode de couplage et la bande passante du signal de déclenchement qui en résulte peuvent être déterminés avec le couplage de déclenchement.

**AC:**
Il s'agit du mode de couplage le plus souvent utilisé pour le déclenchement. Le seuil de déclenchement augmente constamment au-dessus et au-dessous de la bande passante.

**DC:**
Combiné avec le déclenchement normal, le couplage DC ne fixe aucune limite inférieure à la bande passante car le signal de déclenchement est relié galvaniquement au dispositif de déclenchement. Ce couplage de déclenchement est recommandé en présence de phénomènes lents, lorsqu'il faut déclencher sur une valeur de seuil donnée du signal mesuré ou lorsqu'il faut représenter des signaux impulsionnels dont le rapport cyclique varie constamment pendant l'observation.

**HF:**
Dans ce mode de couplage de déclenchement, la bande passante correspond à celle d'un filtre passe-haut. Le couplage HF convient pour tous les signaux à haute fréquence. Les fluctuations de la tension continue et les bruit (rose) à basse fréquence de la tension de déclenchement sont atténués, ce qui influence favorablement la stabilité du déclenchement.

Du fait de leur réponse en fréquence, les modes de couplage de déclenchement décrits précédemment ont également l'effet de filtres de fréquences. Ceux-ci peuvent être combinés avec d'autres filtres si cela s'avère approprié.

**Suppression du bruit:**
Ce filtre (mode de couplage de déclenchement) se comporte comme un filtre passe-bas, ce qui veut dire que seules sont supprimées ou atténuées les composantes à très haute fréquence du signal de déclenchement. Cela permet d'éviter ou de réduire les perturbations provoquées par ce type de composantes du signal. Le filtre peut être utilisé en combinaison avec le couplage de déclenchement AC et DC, ce qui permet en plus de déterminer également la réponse en fréquence aux basses fréquences. Combiné avec le couplage de déclenchement AC, il existe alors une fréquence limite inférieure.

**LF:**
Le couplage de déclenchement LF (BF) se comporte comme un filtre passe-bas dont la fréquence limite supérieure est très basse. Le couplage de déclenchement LF convient généralement mieux aux signaux à basse fréquence que le couplage DC, car il atténue fortement les composants de bruit dans la tension de déclenchement. Dans les cas extrêmes, cela permet d'éviter les phénomènes de gigue ou de doublon, notamment avec des tensions d'entrée très faibles. Le seuil de déclenchement augmente constamment au-dessus de la bande passante. Combiné avec le couplage de déclenchement AC, ce filtre permet de supprimer les composantes continues et, contrairement à la combinaison avec le coupage de déclenchement DC, il existe alors également une fréquence limite inférieure.

## Vidéo (déclenchement sur signal TV)

La fonction de déclenchement vidéo (MODE > Video) active le séparateur d'impulsions de synchronisation TV intégré. Il sépare les impulsions de synchronisation de l'image et permet un déclenchement des signaux vidéo indépendamment des variations du contenu de l'image.

Suivant le point de mesure, les signaux vidéo (signaux vidéo-composites) se mesurent sous la forme de signaux orientés positivement ou négativement. Un réglage correct de la polarité est indispensable pour que les impulsions de synchronisation soient séparées de l'image. La polarité est définie comme suit : si le contenu de l'image se trouve au-dessus des impulsions de synchronisation (visualisation originale non inversée), il s'agit alors d'un signal vidéo à orientation positive. Le cas contraire, lorsque le contenu de l'image se trouve sous l'impulsion de synchronisation, il s'agit d'un signal vidéo à orientation négative. En déclenchement vidéo, le réglage de la polarité peut être effectué après avoir ouvert le menu FILTER.

Si le sens du front sélectionné est incorrect, la trace sera instable ou non synchronisée, car le déclenchement s'effectuera alors sur le contenu de l'image. En cas de déclenchement externe, la hauteur de l'impulsion de synchronisation doit être d'au moins 5 mm.

Le signal de synchronisation PAL se compose d'impulsions de synchronisation de ligne et d'image qui se distinguent notamment par leur durée. Les impulsions de synchronisation de ligne durent environ 5 µs et se produisent à intervalles de 64 µs. Les impulsions de synchronisation d'image se composent de plusieurs impulsions d'environ 28 µs chacune qui apparaissent à chaque changement de trame à intervalle de 20 ms.

Les deux types d'impulsions de synchronisation se différentient ainsi par leur durée et par leur fréquence de récurrence. Le déclenchement peut être effectué aussi bien avec les impulsions de synchronisation de ligne qu'avec les impulsions de synchronisation d'image.

## Déclenchement sur impulsion de synchronisation d'image

**Remarque préliminaire :**
**La combinaison du déclenchement sur impulsion de synchronisation d'image avec le mode DUAL choppé peut faire apparaître des interférences dans le signal représenté. Il faut alors passer en mode DUAL alterné. Dans certaines circonstances, il faut également couper le Readout.**

L'option de déclenchement «Image» apparaît dans le menu FILTER après avoir activé le déclenchement sur signal vidéo avec MODE. Il est alors possible de préciser si le déclenchement doit se produire sur «toutes» les trames ou seulement sur les trames «paires» ou «impaires». Pour un fonctionnement parfait, il est essentiel de choisir la norme (625/50 ou 525/60) correspondant au signal.

Il faut choisir un calibre de base de temps approprié pour la mesure à effectuer. Le calibre 2 ms/div. permet de représenter une trame complète. Les impulsions de synchronisation d'image se composent de plusieurs impulsions séparées d'une trame.

## Déclenchement sur impulsion de synchronisation de ligne

L'option de déclenchement «Ligne» apparaît dans le menu FILTER après avoir activé le déclenchement sur signal vidéo avec MODE. . Pour un fonctionnement parfait, il est essentiel de choisir la norme (625/50 ou 525/60) correspondant au signal.

En sélectionnant «Toutes», le déclenchement sur impulsion de synchronisation de ligne sera activé par chaque impulsion de synchronisation. Mais il est également possible de ne déclencher que sur une ligne prédéfinie («Ligne N°»).

Le calibre TIME/DIV. de 10 µs/div. est recommandé pour la représentation de lignes individuelles et permet alors de visualiser environ 1½ lignes. Le signal vidéo possède généralement une forte composante continue. Lorsque le contenu de l'image est constant (par exemple mire de test ou générateur de barres en couleur), la composante continue peut facilement être supprimée par le couplage d'entrée AC de l'amplificateur de l'oscilloscope.

Le couplage d'entrée DC est cependant recommandé si le contenu de l'image change (par exemple programme normal), sinon la position verticale de la trace à l'écran change à chaque fois que le contenu de l'image change. Le bouton de réglage de la position verticale permet de toujours compenser la composante continue de manière à ce que la trace se trouve dans la surface du graticule.

Le circuit séparateur de synchronisation agit également en cas de déclenchement externe. Il faut, bien évidemment, respecter la plage de tension (voir «Fiche technique») du déclenchement externe. Il faut également veiller à choisir le bon sens de front, lequel ne coïncide par forcément au sens de l'impulsion de synchronisation appliquée à l'entrée Y dans le cas d'un déclenchement externe. Il est facile de contrôler ces deux aspects en commençant par afficher la tension de déclenchement externe elle-même (avec déclenchement interne).

## Déclenchement secteur

Les informations spécifiques à l'appareil se trouvent dans la rubrique SOURCE 22 sous «Éléments de commande et Readout ».

Ce mode de déclenchement est activé lorsque le Readout affiche Tr:Line. Une tension prélevée du bloc d'alimentation est utilisée comme signal de déclenchement à la fréquence du réseau (50/60 Hz).

Le déclenchement secteur est indépendant de l'amplitude et de la fréquence du signal Y et il est recommandé pour tous les signaux synchrones avec le secteur. Cela s'applique également dans certaines limites aux multiples ou aux fractions entiers de la fréquence du secteur. Le déclenchement secteur permet de représenter des signaux même au-dessous du seuil de déclenchement. Il convient donc particulièrement pour mesurer les petites tensions de ronflement des redresseurs ou les perturbations à fréquence secteur dans un circuit. Contrairement au déclenchement en fonction du sens du front classique, l'inversion du sens du front dans le cas du déclenchement secteur consiste à sélectionner la demi-onde positive ou négative (au besoin, intervertir la fiche secteur). Le seuil de déclenchement peut être décalé au-dessus d'une zone donnée de la demi-onde sélectionnée à l'aide du bouton de réglage prévu à cet effet.

Le sens (lieu) et l'amplitude des perturbations magnétiques à la fréquence du secteur dans un circuit peuvent être déterminés à l'aide d'une sonde à bobine. La bobine doit judicieusement comporter le plus grand nombre possible de spires de fil émaillé mince enroulé sur une petite armature et raccordée à une fiche BNC (pour l'entrée de l'oscilloscope) par le biais d'un câble blindé. Il faut intégrer une petite résistance d'au moins 100 Ω (découplage haute fréquence) entre l'âme du câble et la broche de la fiche. Il peut également s'avérer approprié de réaliser un blindage statique externe de la bobine en veillant à éviter les spires en court-circuit. Le maximum et le minimum au point de mesure peuvent être déterminés en faisant tourner la bobine dans deux directions axiales.

## Déclenchement alterné

En mode analogique, ce mode de déclenchement peut être activé avec SOURCE [22] > Alt. 1/2. Ce mode de déclenchement est activé lorsque le Readout affiche Tr:alt. De plus, le Readout n'affiche alors plus que l'instant du déclenchement (flèche vers le haut si l'instant du déclenchement se trouve dans la grille de mesure) à la place du symbole du point de déclenchement (seuil et instant de déclenchement). Le symbole du déclenchement ne s'affiche PAS.

Le déclenchement alterné est justifié lorsqu'il faut réaliser une représentation synchronisée de deux signaux asynchrones. Le déclenchement alterné ne peut fonctionner correctement que lorsque l'inversion des voies est elle aussi alternée. En déclenchement alterné, il n'est plus possible de déterminer une différence de phase entre les deux signaux d'entrée. Pour éviter les problèmes de déclenchement liés aux composantes continues, il est recommandé de choisir le couplage d'entrée AC pour les deux voies.

Dans ce mode de déclenchement, les deux sources de déclenchement (CH1 et CH2) sont utilisées en alternance pour déclencher le balayage horizontal avec lequel CH1 et CH2 sont représentées en alternance.

**Exemple:** Si CH2 est la source de déclenchement et qu'un signal appliqué sur CH2 provoque le déclenchement, le balayage horizontal commence et le signal de la voie 2 apparaît. À la fin du balayage, la source de déclenchement et la voie de mesure passent de la voie 1 à la voie 2. Le prochain signal qui sera appliqué sur CH1, la déclenchera et provoquera ainsi le balayage horizontal sera représenté sur la voie 1. L'appareil commute ensuite de nouveau sur la CH2 qui devient alors la source de déclenchement et la voie de mesure.
Le déclenchement alterné n'est ni possible ni justifié en mode simple trace ou en déclenchement «externe » et «secteur ».

## Déclenchement externe

Ce mode de déclenchement peut être activé à tout moment avec SOURCE [22] > Extern. Le Readout affiche alors Tr:ext en haut. AUXILIARY INPUT [38] devient alors l'entrée du signal de déclenchement externe et les sources de déclenchement internes sont sans effet. La sélection de ce mode de déclenchement désactive le symbole du point de déclenchement (niveau et instant de déclenchement) (en mode numérique) et seul l'instant du déclenchement est encore affiché. Le symbole du déclenchement ne s'affiche pas en mode analogique. Le déclenchement interne est désactivé lorsque ce mode de déclenchement est sélectionné. Le déclenchement externe peut à présent être réalisé par le biais de la prise BNC correspondante en y appliquant une tension comprise entre 0,3 et 3 $V_{cc}$ synchrone au signal à mesurer. Cette tension de déclenchement peut avoir une forme totalement différente de celle du signal mesuré.

Dans certaines limites, le déclenchement est même possible avec des multiples ou des fractions entiers de la fréquence mesurée, la condition étant le verrouillage de phase. Il faut cependant tenir compte du fait que le signal mesuré et la tension de déclenchement peuvent malgré tout présenter un certain déphasage. Un déphasage de 180°, par exemple, a pour effet que la représentation du signal mesuré commence par un front négatif malgré la sélection d'un front (de déclenchement) positif.

## Indicateur de déclenchement

Les explications suivantes se rapportent au voyant à LED TRIG´d mentionné au point [23] dans la partie «Éléments de commande et Readout». La LED s'allume aussi bien en déclenchement automatique qu'en déclenchement normal lorsque les conditions suivantes sont remplies :

1. Le signal de déclenchement interne ou externe appliqué au comparateur de déclenchement doit avoir une amplitude suffisante.
2. Le symbole du point de déclenchement ne se trouve pas au-dessus ou au-dessous de la trace (au moins 1 période du signal).

Des impulsions permettant de démarrer la base de temps et d'activer l'indicateur de déclenchement sont alors présentes à la sortie du comparateur de déclenchement. L'indicateur de déclenchement facilite le réglage et le contrôle des conditions de déclenchement, notamment en présence de signaux de très basse fréquence (utiliser alors le déclenchement normal) ou d'impulsions très courtes.
Les impulsions qui provoquent le déclenchement sont mémorisées et indiquées par l'indicateur de déclenchement pendant environ 100 ms. Dans le cas des signaux ayant un taux de répétition très faible, la LED s'allume alors de façon plus ou moins impulsionnelle. De plus, l'indicateur clignote alors non seulement au début du balayage horizontal au bord gauche de l'écran, mais aussi à chaque nouveau tracé dans le cas de l'affichage de plusieurs courbes.

## Réglage de la durée d'inhibition (HOLD OFF)

(Mode analogique seulement)

Les informations spécifiques à l'appareil se trouvent dans la rubrique HOR VAR [30] > Holdoff sous «Éléments de commande et Readout». Un balayage horizontal complet et le retour du faisceau associé (mais invisible) à sa position de départ (à gau-

che) sont suivis par des opérations internes indispensables qui prennent un certain temps. Pendant cette période, la base de temps est bloquée (durée d'inhibition) et n'est donc pas déclenchée, et ce même si un signal approprié pour le déclenchement est présent. Il s'agit ici de la durée d'inhibition minimale.

Le réglage de la durée d'inhibition permet d'augmenter graduellement la durée d'inhibition du déclenchement entre deux périodes de balayage horizontal dans un rapport d'environ 10:1. Les impulsions de déclenchement qui se produisent pendant cette période ne peuvent pas provoquer le démarrage de la base de temps.

La mesure de signaux constitués de données transmises en série et envoyées par paquets peut donner lieu à une représentation qui semble non synchronisée, et ce malgré que les conditions de déclenchement soient remplies. Cela est généralement lié au faut que le démarrage de la base de temps ne coïncide par toujours avec le début d'un paquet de données, mais se produit de manière aléatoire en différents moments au sein du paquet ou, du fait du déclenchement automatique, déjà avant le début d'un paquet de données. Dans ces cas, le réglage de la durée d'inhibition permet d'obtenir un réglage stable en la réglant de telle sorte qu'elle se termine tout juste avant le début du paquet.

La fin de la durée d'inhibition peut alors être réglée à l'instant à chaque fois le plus favorable ou le plus nécessaire, notamment en présence de signaux en rafale ou de trains d'impulsions apériodiques.

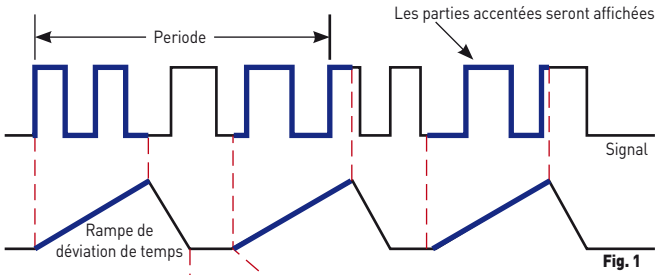



Fig. 1

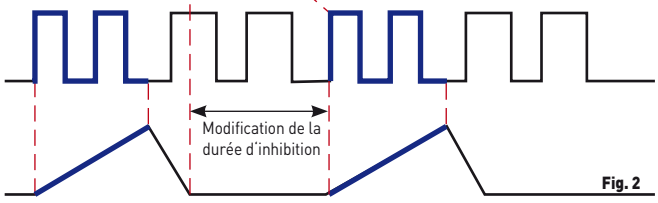



Fig. 2

**La figure 1 représente l'écran avec une durée d'inhibition minimale (réglage de base). L'image n'est pas stable, car différentes parties de la courbe sont affichées (doublon)**

**Fig. 2: la durée d'inhibition est ici réglée de telle sorte que ce sont toujours les mêmes parties de la courbe qui sont affichées. L'image est stable.**

Un signal à fort niveau de bruit ou fortement perturbé par une composante HF sera parfois représenté en double. Dans certains cas, le réglage du niveau de déclenchement agit uniquement sur le déphasage mutuel et non sur la double représentation. La représentation stable du signal nécessaire à son exploitation est cependant facile à obtenir en augmentant la durée d'inhibition. Pour ce faire, augmenter lentement la durée d'inhibition jusqu'à ce qu'il n'y ait plus qu'un seul signal à l'écran. Une représentation double peut se produire avec certains signaux impulsionnels dont les impulsions présentent en alternance une petite différence d'amplitude de crête. Seul un réglage parfaitement précis du seuil de déclenchement permet la représentation d'un signal unique. Le réglage de la durée d'inhibition (HOLD OFF) simplifie là aussi le réglage.

Lorsque ce travail est terminé, il faut impérativement ramener la durée d'inhibition au minimum, sinon la luminosité de l'image risque d'être considérablement réduite dans certaines circonstances. La procédure à appliquer est illustrée ci-après.

## Base de temps B (2ème base de temps) / déclenchement retardé

(Mode analogique de l'oscilloscope)

Les informations spécifiques à l'appareil se trouvent dans les rubriques HOR VAR 30 et TIME/DIV. 28 sous «Éléments de commande et Readout».

Comme décrit dans le paragraphe Déclenchement et balayage horizontal, le déclenchement provoque le démarrage du balayage horizontal. Le faisceau d'électrons qui était précédemment rendu invisible est allumé et dévié de la gauche vers la droite jusqu'à la déviation horizontale maximale. Le faisceau est ensuite de nouveau éteint et il se produit un retour de trame (retour au point de départ du faisceau). Le balayage horizontal peut de nouveau être provoqué par le déclenchement automatique ou un signal de déclenchement après écoulement de la durée d'inhibition. Pendant toute la durée (aller et retour du faisceau), le signal d'entrée peut en même temps provoquer une déviation dans le sens vertical. Mais celle-ci n'est visible que pendant l'aller du faisceau, lorsqu'il est allumé.

Comme le point de déclenchement, en mode analogique, se trouve toujours du début de la trace, une expansion horizontale du signal en accélérant la vitesse de balayage horizontal (en réduisant le calibre de la base de temps TIME/DIV.) ne peut être appliquée qu'à partir de ce point.

Pour les parties du signal qui se trouve au niveau du bord droit de la trace, l'augmentation de la vitesse de balayage horizontal a pour effet qu'elles ne sont plus visibles. Cela veut dire qu'une expansion dans le sens horizontal est seulement possible avec la fonction MAG x10. Une expansion plus importante est impossible sans deuxième base de temps.

La déviation retardée avec la base de temps B permet de résoudre ces problèmes. Elle se rapporte au signal représenté avec la base de temps A. La représentation avec la base de temps B ne commence qu'après écoulement d'une durée donnée, rapportée à la représentation A, que l'utilisateur peut placer en n'importe quel endroit sur la représentation A. Il existe ainsi la possibilité de commencer le balayage horizontal B pratiquement en n'importe quel endroit de la trace de la base de temps A. Le calibre de la base de temps B détermine alors la vitesse de balayage et ainsi le facteur d'expansion. Plus l'expansion augmente, plus la luminosité de l'image diminue.

Si l'expansion X est importante, le signal peut apparaître instable dans le sens X en raison d'un phénomène de gigue. Si un front approprié apparaît après que le temps de retard se soit écoulé, le déclenchement peut être effectué sur ce front (post-déclenchement).

## Autoset

Les informations spécifiques à l'appareil se trouvent dans la rubrique AUTOSET [11] sous «Éléments de commande et Readout». La description ci-après s'applique aux modes analogique et numérique. En mode numérique, si le mode de représentation du signal est «Roll» (ACQUIRE) ou le mode de déclenchement (MODE) est «Mono» (détection unique), la fonction AUTOSET active automatiquement l'acquisition normale (Refresh). La fonction AUTOSET ne permet un réglage automatique approprié de l'oscilloscope que si la fréquence du signal mesurée appliqué se situe dans les limites prédéfinies pour le déclenchement automatique.

Tous les éléments de commande à l'exception de la touche POWER sont interrogés électroniquement et peuvent dont également être commandés.

Il est ainsi possible de configurer automatiquement l'appareil en fonction du signal en mode Yt (base de temps). Aucun réglage manuel supplémentaire n'est nécessaire dans la majorité des cas. La fonction AUTOSET active toujours le mode Yt (pas en mode FFT). Une pression sur la touche AUTOSET ne modifie pas le mode de fonctionnement si celui-ci était préalablement monovoie (CH1 ou CH2) ou DUAL. Si c'est le mode Addition ou XY qui est actif, l'appareil passe automatiquement en mode DUAL.

Le ou les coefficients de déviation verticale (VOLTS/DIV.) sont sélectionnés automatiquement de manière à ce que l'amplitude du signal ne mode monovoie ne dépasse par 6 cm environ alors qu'en mode DUAL chaque signal soit représenté sur environ 4 cm de hauteur. Cette explication ainsi que celles relatives au réglage automatique du calibre de la base de temps (TIME/DIV.) concernent les signaux dont le rapport cyclique est approximativement de 1:1. Le réglage automatique du calibre de la base de temps est effectué de manière à afficher environ 2 périodes du signal. Ce réglage est aléatoire en présence de signaux complexes composés de plusieurs fréquences tels que les signaux vidéo, par exemple.

Une pression sur la touche AUTOSET produit les conditions de fonctionnement suivantes:
- Le couplage d'entrée (AC ou DC) conserve le réglage adopté avant la commutation à la masse (GND).
- Déclenchement interne (dérivé du signal mesuré)
- Déclenchement automatique
- sélection automatique de la source de déclenchement
- Réglage du niveau de déclenchement au centre de la plage
- Calibres verticaux (Y) calibrés
- Calibre de la base de temps calibré
- Couplage de déclenchement AC ou DC inchangé
- Le couplage de déclenchement HF est désactivé (et devient DC)
- Filtre BF et de suppression du bruit inchangé
- Mode base de temps A
- Pas d'expansion horizontale x10
- Réglage automatique de la position X et Y de la trace

**Attention:**
**La représentation automatique du signal est généralement impossible en présence d'un signal impulsionnel dont le rapport cyclique est de 400:1 ou plus. Le coefficient de déviation verticale est alors trop petit et le coefficient de déviation horizontale trop grand, ce qui a pour conséquence que seule la trace apparaît et l'impulsion est invisible.**

Dans ces cas, il est recommandé de revenir au déclenchement normal et de régler le point de déclenchement environ 5 mm au-dessus ou au-dessous de la trace. Un signal de ce type est présent si la LED de déclenchement s'allume. Pour rendre le signal visible, il faut tout d'abord sélectionner un calibre de base de temps plus faible et ensuite un calibre vertical plus grand. La luminosité de la trace risque alors toutefois de diminuer au point que l'impulsion n'est plus visible.

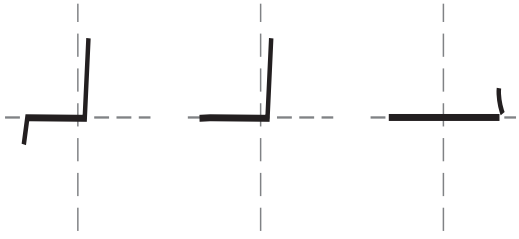
**Mode numérique seulement**
Contrairement au comportement décrit précédemment en mode analogique, il n'y a pas de diminution de l'intensité de la trace en mode numérique.

## Testeur de composants

Les informations spécifiques à l'appareil se trouvent dans les rubriques COMPONENT/PROBE et COMPONENT TESTER sous «Éléments de commande et Readout».

L'oscilloscope est équipé d'un testeur de composants intégré. Deux cordons de mesure simples munis de fiches bananes de 4 mm sont nécessaires pour relier l'objet à tester à l'oscilloscope. Les amplificateurs Y ainsi que la base de temps sont désactivés en mode testeur de composants. Des tensions ne peuvent être appliquées aux prises BNC que lors du test de composants isolés (composants non montés dans un circuit). Lors du test de composants en circuit, celui-ci doit être hors tension et déconnecté de la terre. À part les deux cordons de mesure, il ne doit exister aucune autre liaison entre l'oscilloscope et le circuit voir «Test direct en circuit»).

Seules les fonctions «A-Int.» (intensité de la trace), «Focus» (astigmatisme) et «Rotation de la trace» présentes dans le menu FOCUS/TRACE ainsi que le bouton HORIZONTAL (position X) permettent de modifier l'image représentée.



***N-P-N Transistor***

| *Pôle:* | *B-E* | *B-C* | *E-C* |
|---|---|---|---|
| *Branchement:* | *(CT-masse)* | *(CT-masse)* | *(CT-masse)* |

***P-N-P Transistor***

| *Pôle:* | *B-E* | *B-C* | *E-C* |
|---|---|---|---|
| *Branchement:* | *(CT-masse)* | *(CT-masse)* | *(CT-masse)* |

Comme décrit dans la partie SÉCURITÉ, toutes les bornes de mesure sont reliées à la terre et, de ce fait, également les douilles du testeur de composants. Cela est sans importance pour le test de composants isolés (qui ne sont pas montés dans un appareil ou dans un circuit).

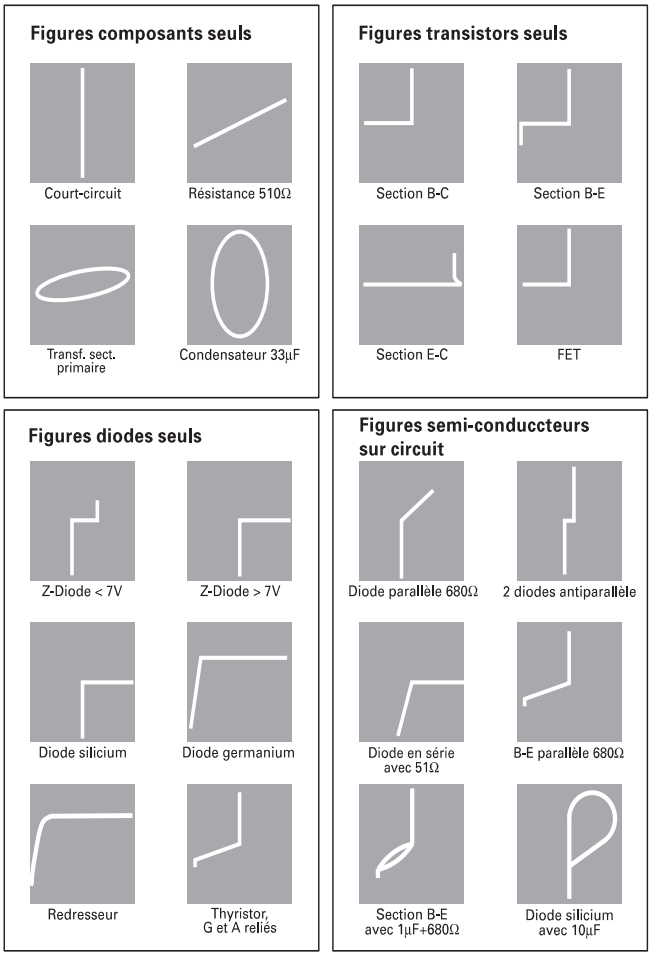
Lors du test de composants montés dans des circuits d'essai ou des appareils, ceux-ci doivent impérativement être préalablement mis hors tension. Si l'objet à tester est alimenté par le secteur, il faut également débrancher sa fiche secteur afin d'éviter tout contact entre l'oscilloscope et l'objet à tester par le biais de la terre, ce qui risquerait de fausser les résultats de la mesure.

**Il faut uniquement tester des condensateurs déchargés !**

Le principe de test est des plus simples. Un générateur intégré dans l'oscilloscope délivre une tension sinusoïdale dont la fréquence est de 50 Hz (±10 %). Il alimente un circuit série composé de l'objet à tester et d'une résistance intégrée. La tension sinusoïdale est utilisée pour la déviation horizontale et la chute de tension aux bornes de la résistance pour la déviation verticale.

Si l'objet à tester est une grandeur réelle (par exemple une résistance), les deux tensions de déviation sont alors en phase. Un trait plus ou moins incliné apparaît à l'écran. Si l'objet testé est en court-circuit, le trait est vertical. Un circuit ouvert ou l'absence d'objet à tester produit une ligne horizontale. L'inclinaison indique la valeur de la résistance, ce qui permet de tester les résistances ohmiques entre 20 Ω et 4,7 kΩ.
Les condensateurs et les inductances (bobines, enroulements de transformateur) produisent une différence de phase entre le courant et la tension, c'est-à-dire entre les tensions de déviation, ce qui donne lieu à une image elliptique. La position et l'ouverture de l'ellipse caractérisent l'impédance à une fréquence de 50 Hz. Les condensateurs peuvent être affichés entre 0,1 µF et 1000 µF.

- Une ellipse dont l'axe longitudinal est horizontal indique une impédance élevée (faible capacité ou forte inductance).
- Une ellipse dont l'axe longitudinal est vertical indique une faible impédance (capacité élevée ou faible inductance).
- Une ellipse inclinée indique une résistance ohmique relativement élevée en série avec la réactance.




Dans le cas des semiconducteurs, on reconnaît le coude de la courbe au niveau de la transition entre l'état passant et l'état bloqué. Si la tension le permet, l'appareil affiche la caractéristique directe et inverse (par exemple d'une diode Zener inférieure à 10 V). Comme il s'agit toujours d'un contrôle bipolaire, il est impossible de tester le gain d'un transistor, par exemple, mais seulement les jonctions B-C, B-E et C-E. Le courant de test qui n'est que de quelques mA permet de contrôler sans risque les zones individuelles de pratiquement tous les semiconducteurs. Il n'est pas possible de déterminer une tension de claquage et une tension de blocage de semiconducteur > 10 V. Cette limitation ne constitue cependant pas un inconvénient majeur, car les écarts qui se produisent de toute façon dans le circuit en cas de défaut permettent d'identifier explicitement le composant défectueux.

Des résultats relativement précis peuvent être obtenus en effectuant une comparaison avec des composants fonctionnels de même type et de même valeur. Cela est notamment vrai pour les semiconducteurs. Il est ainsi possible de déterminer rapidement la cathode d'une diode dont le marquage est inconnu, la différence entre un transistor PNP et le modèle NPN complémentaire ou encore l'ordre correct des broches B-C-E d'un modèle de transistor inconnu.

Il faut ici tenir compte du fait que l'inversion des bornes d'un semiconducteur (inversion des cordons de mesure) provoque une rotation de l'image de 180° autour du point central du graticule.

Un autre aspect important est la facilité de détection des composants coupés ou en court-circuit, ce qui est la fonction la plus couramment utilisée lors d'un dépannage. Il est fortement recommandé d'adopter les mesures de précaution d'usage pour les composants MOS en matière de décharges statiques ou de triboélectricité. Un ronflement peut apparaître à l'écran si la liaison de base ou de gâchette d'un transistor est coupée, c'est-à-dire non testée (sensibilité de la main).

Les tests effectués directement dans le circuit sont possibles dans de nombreux cas, mais pas vraiment explicites. Le circuit parallèle composé de grandeurs réelles et/ou complexes, notamment si celles-ci présentent une impédance particulièrement faible à une fréquence de 50 Hz, donne généralement lieu des différentes importantes par rapport aux composants isolés. Si l'on travaille souvent avec des circuits de même type (entretien), une comparaison avec un circuit en état de fonctionnement est ici suffisante. Cette méthode est même particulièrement rapide, car il est inutile (et interdit !) de mettre le circuit de référence sous tension. Il suffit d'appliquer les cordons de mesure successivement sur les mêmes paires de points de mesure et de comparer les images obtenues. Sous certaines conditions, le circuit testé contient déjà lui-même le circuit de référence, par exemple dans le cas des canaux stéréo, d'un étage push-pull, d'un pont sym-

étrique. En cas de doute, il est possible de dessouder l'une des broches du composant. Il faut alors raccorder cette broche au cordon de mesure qui n'est pas relié à la masse afin de réduire le ronflement. La prise de test qui comporte le signe moins est à la masse de l'oscilloscope et donc insensible au ronflement.

Les images de test montrent quelques exemples pratiques d'application du testeur de composants.

## Mode numérique

L'oscilloscope HM1008-2 regroupe deux appareils en un: un oscilloscope analogique et un oscilloscope numérique. Une pression sur une touche permet de basculer de l'oscilloscope analogique au numérique. Pour éviter des explications trop longues, le texte suivant emploie les formes simplifiées mode analogique et mode numérique.

En comparaison du mode analogique, le mode numérique offre en principe les avantages suivants:
- Il est facile d'acquérir des événements monocoups.
- Les signaux à très basse fréquence peuvent être représentés sans difficultés sous la forme d'une courbe complète.
- Les signaux à haute fréquence et à faible fréquence de récurrence ne donnent pas lieu à une baisse de luminosité de la trace.
- Les signaux acquis peuvent facilement être documentés ou traités.

Mais il existe également des inconvénients par rapport au mode analogique: La résolution horizontale et verticale réduite et la vitesse d'acquisition du signal plus faible. De plus, la fréquence maximale qui peut être représentée dépend de la base de temps. Un taux d'échantillonnage trop faible peut donner lieu à l'affichage de signaux dit «fantômes» (en anglais: aliasing) qui représentent un signal qui n'existe pas sous cette forme.

Le mode analogique offre une fidélité inégalée de reproduction du signal. En combinant les modes analogique et numérique en un seul oscilloscope, HAMEG offre à l'utilisateur la possibilité de choisir le mode de fonctionnement le plus approprié à son application spécifique. L'oscilloscope est équipé de deux convertisseurs A/N flash de 8 bits dont le taux d'échantillonnage maximum est de 500 MSa/s. À l'exception de l'acquisition d'événements monocoups en mode DUAL à un taux maximum de 500 MSa/s, le taux d'échantillonnage en temps réel maximum dans toutes les autres configurations du mode numérique est de 1 GSa/s en monovoie. Il n'existe alors aucune différence entre l'acquisition de signaux qui se répètent continuellement et l'enregistrement d'événements uniques.

L'échantillonnage aléatoire permet cependant des taux d'échantillonnage encore plus élevés. Ce mode d'échantillonnage ne peut s'appliquer qu'à des signaux qui se répètent continuellement et sans modification. Les bruits (variations de l'amplitude), la gigue (variations de la fréquence) et les variations de phase perturbent la représentation du signal.

Les signaux peuvent être représentés sous forme de points ou sous forme vectorielle et dans ce cas avec ou sans interpolation automatique. Toutes les données des signaux acquises et enregistrées en mode numérique peuvent être consultées par le biais de l'interface RS-232, du port USB, de l'interface Ethernet ou GBIP. La section «Transfert de données» contient des informations à ce sujet.

### Modes d'affichage du signal

En mode numérique, les signaux peuvent être acquis ou représentés de différentes manières :

1. Acquisition répétitive provoquée par le déclenchement (Menu ACQUIRE) dans la représentation Yt habituelle:

   Normal (REFRESH):
   Le Readout indique **«rfr»** (échantillonnage en temps réel)

   Échantillonnage aléatoire:
   Le Readout indique **«rfr»**

   les deux modes d'acquisition avec les modes de fonctionnement secondaires:

   Courbe d'enveloppe (Envelope):
   Le Readout indique **«env»**

   Valeur moyenne (Average):
   Le Readout indique **«avg#x»**
   (x est un nombre entre 2 et 512)

2. Acquisition continue indépendante du déclenchement (menu ACQUIRE) avec représentation Yt «déroulante» de la gauche vers la droite:
   Roll: Le Readout indique **«rol»**

3. Acquisition d'événements uniques provoquée par le déclenchement (Menu Trigger MODE) avec représentation Yt habituelle :
   Monocoup (Single): Le Readout indique **«sgl»**

4. Acquisition continue indépendante du déclenchement (menu VERT/XY) avec représentation XY:
   XY: Le Readout indique **«XY»**

5. Affichage XY des signaux préalablement acquis en mode Yt et protégés contre l'effacement avec STOP.
   XY: Le Readout indique **«XY»**

En mode SINGLE, REFRESH, ENVELOPE et AVERAGE, l'acquisition du signal est provoquée par le déclenchement alors qu'elle se déroule indépendamment de celui-ci (non déclenchée) dans les modes ROLL et XY.

Du point de vue de la représentation, le mode normal (rafraîchissement – Refresh) correspond au fonctionnement normal d'un oscilloscope analogique. Le déclenchement lance une «opération d'écriture » qui commence au bord gauche de l'écran et se termine au bord droit. Un nouvel événement déclencheur relance l'acquisition des données et remplace les données du cycle d'échantillonnage précédent. En déclenchement automatique et en l'absence de signal, c'est la position Y de la trace qui est enregistrée. Lorsque la fréquence du signal appliqué est inférieure à la fréquence de répétition du déclenchement automatique, la représentation est alors non synchronisée, comme en mode analogique. Par contre, aucun nouvel enregistrement n'est lancé en mode déclenchement normal et en l'absence de signal de déclenchement, car le déclenchement

automatique est alors désactivé. Mais contrairement au mode analogique, l'écran ne reste pas sombre mais affiche le signal enregistré jusqu'à ce qu'un nouveau déclenchement provoque un nouvel enregistrement.

Le mode «Monocoup» (SINGLE) permet d'enregistrer des événements uniques. L'enregistrement commence lorsque la touche RUN/STOP clignote, même si le déclenchement n'a pas été amorcé. Si le temps de prédéclenchement est écoulé (historique enregistré avant l'élément déclencheur) et que le déclenchement démarre ensuite, l'enregistrement se poursuit jusqu'à ce que «l'historique suivant» l'élément déclencheur soit lui aussi acquis et l'enregistrement s'arrête ensuite. La touche RUN/STOP s'allume alors en continu et le signal enregistré peut être interprété. Une nouvelle pression sur la touche RUN/STOP la fait clignoter, ce qui indique qu'un nouvel enregistrement a été déclenché.

Pour éviter de provoquer involontairement un enregistrement du signal par le déclenchement automatique, l'appareil commute automatiquement en mode déclenchement normal avec couplage de déclenchement DC.

L'amplitude à laquelle doit se produire le déclenchement (normal) peut être déterminée directement à partir de la position du symbole du point de déclenchement, de la position 0 V de la trace (indiquée par un symbole de masse au centre de l'écran) et par les coefficients de déviation. Il est ensuite possible de passer en mode «Monocoup» (SINGLE) et de positionner le symbole du point de déclenchement à l'aide du bouton LEVEL. Si le point de déclenchement se trouve 2 cm au-dessus de la position 0 V déterminée précédemment, par exemple, le déclenchement s'effectue alors avec une tension d'entrée qui se trouve 2 cm au-dessus du 0 V et qui franchit cette valeur dans un sens ou dans l'autre (sens du front). L'amplitude de la tension d'entrée requise est alors de 2 (cm) x calibre vertical x facteur d'atténuation de la sonde.
Exemple:
2 (cm) x 1 volt (/cm) x 10 (sonde atténuatrice 10:1) = +20 volts.

## Résolution de la mémoire

**Résolution verticale**
Les convertisseurs A/N de 8 bits utilisés dans la partie numérique permettent 256 positions différentes du faisceau (résolution verticale). La représentation à l'écran est réalisée de telle sorte que la résolution est de 25 points/cm, ce qui offre des avantages lors de la représentation du signal, de sa documentation et de son exploitation.

De faibles différences de position verticale et d'amplitude entre la représentation à l'écran (analogique) et la documentation numérique (par exemple imprimante) sont inévitables. Elles résultent des différentes tolérances des circuits analogiques nécessaires à la représentation à l'écran. Les positions du faisceau sont définies comme suit:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ligne horizontale centrale | = 10000000b | = 80h | = 128d |
| Ligne supérieure | = 11100100b | = E4h | = 228d |
| Ligne inférieure | = 00011100b | = 1Ch | = 28d |

Contrairement au mode analogique où la résolution verticale est théoriquement infinie, en mode numérique elle est limitée à 25 points/cm. Le bruit superposé au signal mesuré provoque une variation constante du bit de poids faible (LSB), notamment lorsque le réglage de la position verticale est délicat.

**Résolution horizontale**
Le nombre maximum de signaux pouvant être affichés simultanément est de quatre. Chaque signal se compose de 2048 octets (points). 2000 points sont ainsi représentés sur les 10 divisions du graticule, ce qui donne une résolution de 200 points par division.

En comparaison des oscilloscopes uniquement numérique équipés d'un écran VGA (50 points/div.) ou LCD (25 points/div.), on obtient ainsi une résolution horizontale 4 ou 8 fois supérieure et même la fréquence maximale pouvant être acquise sur n'importe quel calibre de la base de temps est 4 à 8 fois supérieure. Il est ainsi possible d'acquérir également les composantes à haute fréquence qui sont superposées aux signaux à basse fréquence.

## Profondeur de la mémoire

Chaque signal acquis et enregistré se compose de 1 million de points échantillonnés. Ce nombre est réduit à 500 000 points échantillonnés lors du déclenchement NORM et aux calibres de la base de temps au-dessus de 20 ms/div et il est de 1 million de points échantillonnés en acquisition monocoup (Singleshot).

La représentation à l'écran est un aperçu du contenu total de la mémoire. Seule une portion du contenu de la mémoire est représentée si le calibre de la base de temps est inférieur à 200 µs. Différents algorithmes peuvent être utilisés ici dans le menu Settings > Display. Les options disponibles sont le mode d'affichage ponctuel avec lequel seuls sont affichés les échantillons réellement acquis, le mode vectoriel qui permet, au besoin, l'interpolation (sinx/x) ainsi que l'utilisation de la fonction Dot-Join et finalement le mode Optimal avec lequel l'affichage est calculé à partir de la quasi-totalité des échantillons acquis. Dans les cas particuliers, cela permet également d'éviter largement un affichage rendu erroné par l'apparition de signaux fantômes (an anglais: aliasing).

Comme l'enregistrement s'effectue, dans la mesure du possible, avec un taux d'échantillonnage nettement plus élevé que le rapport entre la résolution de l'écran et la base de temps, les signaux fantômes sont d'une part supprimés et, d'autre part, la technologie MEMORY ZOOM offre la possibilité d'observer des détails du signal qui seraient impossible à visualiser avec des oscilloscope ayant une profondeur de mémoire inférieure.

**Exemple:**
En mode simple trace et sur le calibre de base de temps 100 µs/div., cet oscilloscope enregistre encore avec un taux d'échantillonnage de 1 GS, ce qui correspond à 100 000 points par cm. La technologie MEMORY ZOOM permet ainsi d'observer encore des signaux à la limite de la bande passante de l'oscilloscope. Les signaux fantômes sont pratiquement inexistants, car ils ne se produisent qu'à partir d'une fréquence de 500 MHz, ce qui est en-dehors de la bande passante de l'oscilloscope.

Les oscilloscope ayant une profondeur de mémoire inférieure, par exemple de 10 K, n'offrent que 1000 points enregistrés par cm avec le calibre de base de temps indiqué ci-dessus, ce qui correspond à un taux d'échantillonnage de 10 MHz seulement. Les signaux fantômes apparaissent déjà à partir de 5 MHz, ce qui est nettement inférieur à la bande passante de l'oscilloscope. Les avantages d'une profondeur de mémoire plus élevée sont ainsi faciles à reconnaître.

## Résolution horizontale avec expansion X

Comme décrit précédemment, la résolution horizontale relativement élevée de 200 échantillons/division présente des avantages. Avec l'expansion x10, la résolution est ainsi toujours de 200 échantillons par centimètre (division), et ce

malgré que la capacité d'affichage théorique n'est que de 20 points par division. Comme l'enregistrement a eu lieu avec un taux d'échantillonnage nettement supérieur, les 180 points manquants sont tout simplement récupérés dans la mémoire ou, lorsque cela est possible, interpolés. La portion souhaitée peut alors être déplacée à l'aide du bouton X-POS. Le plus petit calibre de base de temps utilisable avec l'expansion horizontale est de 5 ns/cm. Un signal de 100 MHz peut ainsi être résolu avec une période supérieure à 2 cm.

## Fréquence maximale du signal en mode numérique

Il est impossible de définir avec précision la fréquence du signal à acquérir, car elle dépend de la forme du signal et de la hauteur de représentation.

Alors qu'un signal rectangulaire présente relativement peut d'exigences pour sa détection, au moins 10 échantillons par période sont nécessaires pour pouvoir différencier un signal sinusoïdal d'un signal triangulaire. Dans ce contexte, il faut diviser le taux d'échantillonnage maximum par 10, ce qui donne la fréquence maximale du signal (par exemple 1 GSa/s : 10 = 100 MHz).

## Affichage de signaux fantômes

Les explications suivantes ne s'appliquent que si l'affichage du signal (voir touche SETTINGS > Affichage) est en mode ponctuel ou vectoriel. En mode «optimal», les signaux dits fantômes sont quasiment inexistants en raison des taux d'échantillonnage qui sont toujours très élevés du fait de la profondeur de mémoire. Les bruits apparaissent toutefois avec une amplitude plus élevée dans ce mode.

**Affichage par «points» ou «vecteurs»**
Un taux d'échantillonnage trop bas (calibre de la base de temps) peut donner lieu à des représentations de signaux dits fantômes (en anglais: aliasing).

**L'exemple suivant décrit cet effet:**
Un signal sinusoïdal est échantillonné au taux d'un échantillon par période. Si, par hasard, la fréquence du signal sinusoïdal est égale au taux d'échantillonnage et en phase avec celui-ci et que chaque échantillon est acquis au moment de la valeur de crête positive, la trace affichée sera alors une ligne horizontale à la position Y de la valeur de la crête positive du signal, ce qui laisse supposer que le signal mesuré est une tension continue.

Les autres effets de l'effet fantôme sont des signaux visiblement non synchronisés avec des écarts entre la fréquence affichée (par exemple 2 kHz) et la fréquence réelle du signal (par exemple 1 MHz). De même, il peut se produire des courbes d'enveloppe qui laissent supposer un signal modulé en amplitude. Pour détecter ce genre de déformation, il suffit de passer en mode «Optimal» ou en mode analogique afin d'afficher la forme réelle du signal.

## Modes de fonctionnement des amplificateurs verticaux

L'oscilloscope peut en principe fonctionner en mode numérique comme en mode analogique, ce qui permet de représenter:

- La voie I seule
- La voie II seule
- Les voies I et II simultanément (Yt ou XY)
- La somme des deux voies
- La différence des deux voies

Différences du mode numérique par rapport au mode analogique:

- En mode DUAL, l'acquisition des deux signaux d'entrée s'effectue simultanément, car chaque voie dispose de son propre convertisseur A/N. Il est ainsi inutile de basculer entre le mode choppé (commutation continue des voies) ou le mode alterné (commutation alternée des voies) comme en analogique double trace.

- La fréquence de rafraîchissement élevée du signal permet d'éviter les scintillements.

- La luminosité de la trace n'est pas influencée par la vitesse de tracé du faisceau d'électrons et de la fréquence de répétition du tracé.

# Transfert de données

L'oscilloscope dispose de trois interfaces.

1. Un port USB auquel se branche une clé USB se trouve en face avant sous l'écran. Vous trouverez plus d'informations dans la partie «Éléments de commande et Readout».

2. Sur la face arrière de l'oscilloscope se trouve la double inetrface HO720. Elle contient les interfaces USB et RS-232 pour le transfert de données entre l'oscilloscope et le PC.

L'interface est reconnue par le microprogramme de l'oscilloscope et apparaît dans les menus correspondants. Au besoin, l'interface HO720 peut être remplacée par une autre.

## Consignes de sécurité

**Attention:**
**Toutes les bornes des interfaces sur l'oscilloscope sont reliées galvaniquement à l'oscilloscope.**

**Il est interdit d'effectuer des mesures avec un potentiel de référence élevé qui risque de présenter un risque pour l'oscilloscope, l'interface et les appareils qui y sont connectés.**

**Attention!**
**Il faut impérativement éteindre l'appareil et le débrancher du secteur avant de monter ou de remplacer une interface.**

**Attention!**
**L'ouverture de l'interface dans l'oscilloscope doit toujours être fermée en fonctionnement !**

Les dommages provoqués aux produits HAMEG ne sont pas couverts par la garantie si les consignes de sécurité ne sont pas respectées. HAMEG n'assume en outre aucune responsabilité pour les lésions corporelles ou les dommages aux produits tiers.

## Description

**USB (périphérique)**
Le CD qui accompagne l'oscilloscope contient notamment un dossier portant le nom de l'oscilloscope et dans lequel vous trouverez entre autres le sous-dossier HO720_D2xx_DriverVxxx. Il contient des pilotes (Driver), des utilitaires (Tools) ainsi qu'une description de l'installation du pilote USB.

Pour permettre une communication entre le PC et l'oscilloscope, il faut installer sur le PC un pilote USB qui est sollicité par Windows lorsque l'oscilloscope est connecté au PC pour la première fois par l'interface USB. Le port USB du PC peut être relié directement à l'interface USB de l'oscilloscope par le biais d'un câble USB blindé. La longueur maximale de ce câble est de 3 m. Vous trouverez plus d'informations sur le CD sous «Description de l'interface HO720 et installation du pilote USB».

Le dossier «Tools» contient les sous-dossiers «FT Clean» où se trouve un programme de désinstallation du pilote USB et «USB_Install_Test» avec un programme qui permet de tester le fonctionnement de la liaison USB.

**RS-232**
L'interface RS-232 se présente sous la forme d'une prise SUB-D à 9 broches. Cette interface bidirectionnelle permet d'envoyer des paramètres de réglage ainsi que des données de signal en mode numérique d'un appareil externe (par exemple un PC) vers l'oscilloscope ou de les consulter à partir de l'appareil externe. Le port série du PC peut être relié directement à l'interface de l'oscilloscope par le biais d'un câble blindé à 9 points (branchement direct 1:1). La longueur maximale est de 3 m. Le brochage de l'interface RS-232 (prise femelle Sub-D 9 broches) est le suivant:

Broche
2 Tx Data (transmission des données de l'oscilloscope vers l'appareil externe)
3 Rx Data (réception des données de l'appareil externe vers l'oscilloscope)
7 CTS prêt à émettre
8 RTS prêt à recevoir
5 Masse (potentiel de référence relié à la terre par l'oscilloscope et le cordon secteur (classe de protection I)).
9 Tension d'alimentation +5 V pour appareils externes (max. 400 mA).

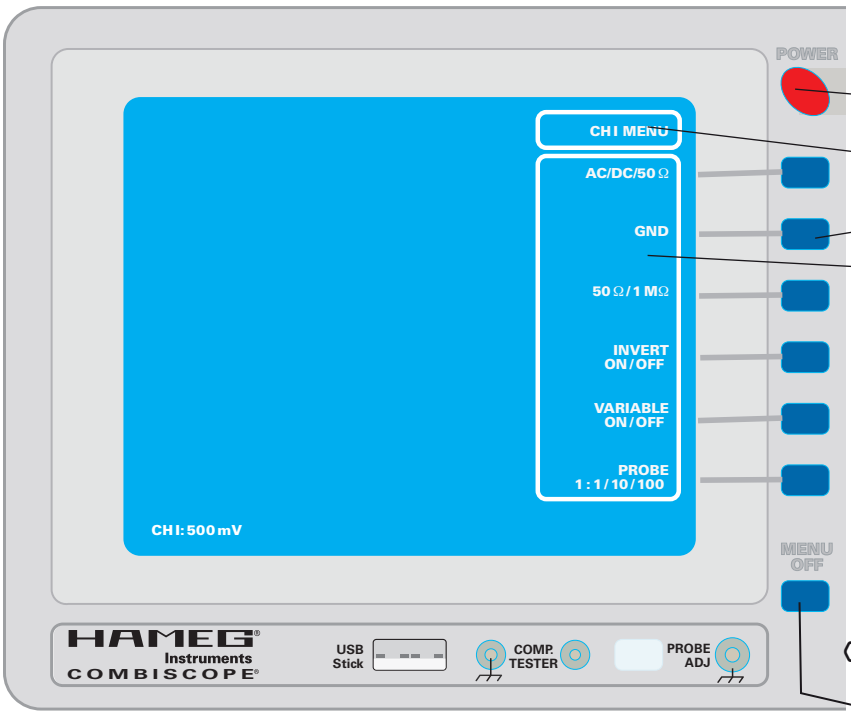
L'excursion de tension maximale admissible aux bornes Tx, Rx, RTS et CTS est de ± 12 volts. Les paramètres de l'interface RS-232 sont les suivants:

N-8-2 (sans parité, 8 bits de données, 2 bits d'arrêt,
protocole matériel RTS/CTS). Ces paramètres peuvent être réglés sur l'oscilloscope.

## Mise à jour du microprogramme

Le microprogramme (firmware) de l'oscilloscope peut être actualisé par l'Internet. Une mise à jour du microprogramme de l'oscilloscope peut être téléchargée à l'adresse www.hameg.com.

**Indication:**
**Du fait des progrès techniques certains changements et de nouvelles fonctions peuvent survenir. Si tel est le cas, un manuel actualisé est disponible sur le site Web de HAMEG.**




Interrupteur Marche/Arrêt

Titre du Menu

6 touches de fonctions (bleu)

Menu

Symbole du bouton INTENS

Flèches de direction permettant le déplacement vers le haut ou le bas dans les touches de fonctions

Touche de fonction basculant vers un sous-menu

On Off Commutation vers la commande en surbrillance

**Touche MENU OFF** pour fermer les menus ou pour passer au niveau de menu supérieur

## Remarques générales à propos du menu

### Menus en incrustation

Dans la majorité des cas, une pression sur une touche affiche un menu qui contient différentes commandes associées aux touches de fonction bleues qui se trouvent en regard. Vous pouvez activer, désactiver ou permuter (ON/OFF) la fonction en appuyant sur la touche de fonction correspondante.

Pour quitter le menu, vous pouvez procéder comme suit:

1. Automatiquement après écoulement d'une durée programmable par l'utilisateur (réglage de la durée: touche SETTINGS [10] > Généraux > Arrêt du menu après la durée affichée).
2. Avec la touche MENU OFF [43].
3. Par une nouvelle pression sur la touche de menu avec laquelle le menu a préalablement été invoqué.
4. En invoquant un autre menu.

Certaines commandes de menu affichent le symbole d'un bouton. Celui-ci se rapporte au bouton INTENS [2] qui permet alors de modifier les paramètres. Les autres commandes du menu affichent une flèche dirigée vers la touche de fonction et signalent ainsi qu'une pression sur cette touche affichera un sous-menu.

Certaines fonctions des touches ou du bouton sont sans objet dans certains modes de fonctionnement et ne sont donc pas disponibles. Leur actionnement n'affiche aucun menu.

**Attention !**
**Du fait de la présence d'un menu, toutes les informations ne sont plus affichées par le Readout. Mais celles-ci réapparaissent dès que vous quittez le menu.**

### Aide (HELP)

Chaque commande du menu est accompagnée d'explications (textes d'aide) qui peuvent être consultées avec la touche HELP [12] et qui sont également affichées avec le Readout. Lorsque la fonction d'aide est activée et que vous actionnez un bouton, une explication de la fonction de ce bouton s'affiche. Pour désactiver l'aide, appuyez de nouveau sur la touche HELP.

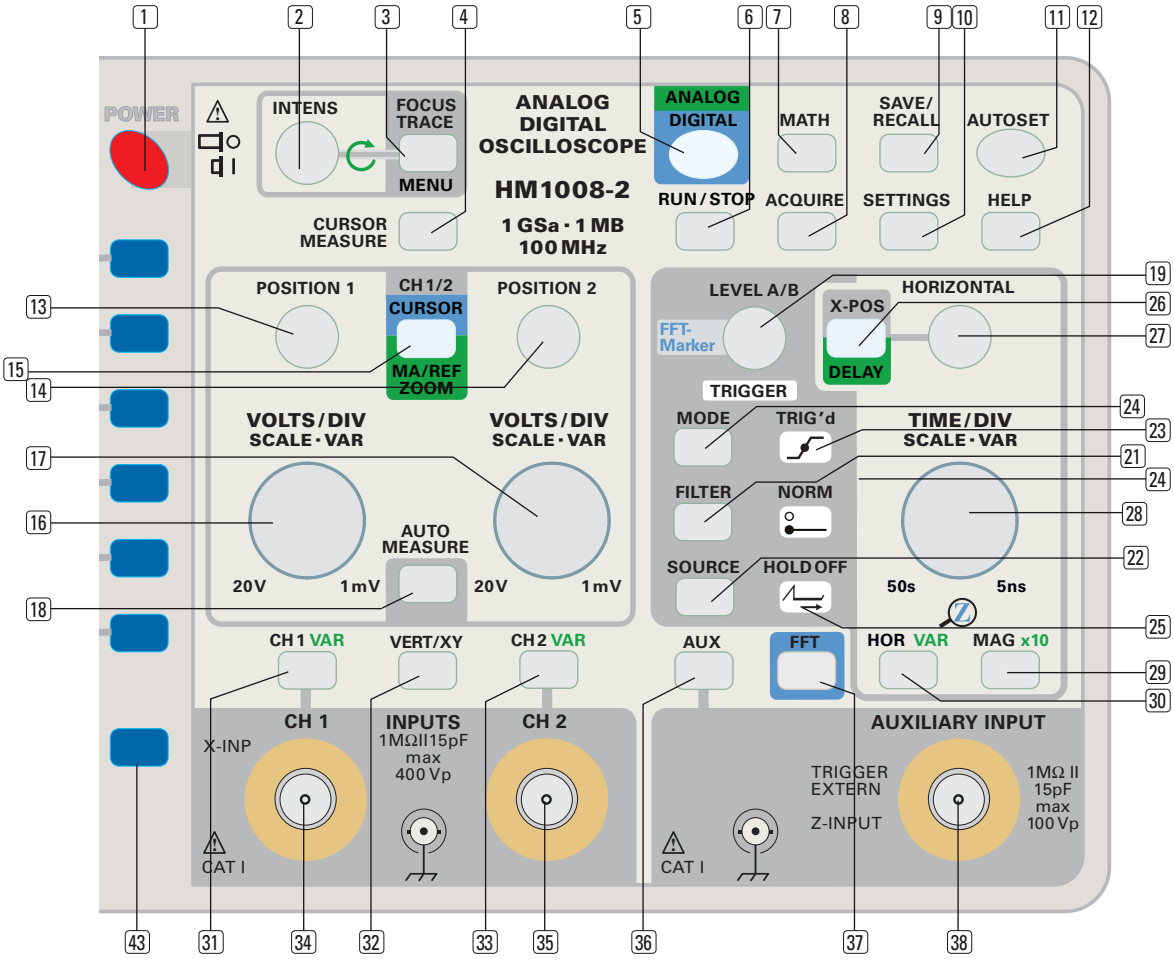
**Attention !**
**Certains menus sont accompagnés d'une «case de sélection» qui s'affiche à gauche de ceux-ci. C'est là que s'affiche le texte d'aide lorsque vous appuyez sur HELP. Il n'y a plus de représentation du signal lorsqu'une boîte de sélection ou un texte d'aide est affiché.**

### Remarques préliminaires

Lorsque l'oscilloscope est allumé, tous les réglages des paramètres de mesure importants sont affichés à l'écran (Readout). Ceci sous réserve que le réglage d'intensité actuel du Readout (RO-Int.) le permette et que le Readout soit activé.

Les LED qui se trouvent sur la grande face avant facilitent l'utilisation et donnent des informations supplémentaires. Les positions finales des boutons rotatifs sont matérialisées par un signal sonore.

À par la touche de mise sous tension rouge POWER, tous les autres éléments de commande peuvent être interrogés électroniquement. Il est donc possible de mémoriser ou de commander les fonctions ainsi que leur paramétrage courant. Certains éléments de commande et commandes du menu ne sont accessibles qu'en mode numérique ou alors ils y ont une autre fonction. Les explications à ce sujet sont identifiées par la remarque «Mode numérique seulement».




## Éléments de commande et Readout

La description suivante suppose que l'appareil n'est pas en mode TESTEUR DE COMPOSANTS.

### 1 POWER

Interrupteur secteur et symboles correspondants pour les positions Marche I et Arrêt ○.

À la mise sous tension, le logo HAMEG, le type d'appareil et le numéro de version s'affichent après le délai de chauffage du tube cathodique. Ces informations ne s'affichent pas si la fonction «Démarrage rapide On» (touche SETTINGS 10 > Généraux) était activée au moment de l'arrêt.
L'oscilloscope reprend ensuite le paramétrage qu'il avait lors du dernier arrêt.

### 2 INTENS (bouton)

Le bouton INTENS sert à régler différentes fonctions:

**2.1** Il permet de régler l'intensité de la trace (luminosité) du ou des signaux si la touche FOCUS/TRACE/MENU 3 n'est pas allumée ni ne clignote. Une rotation à gauche diminue la luminosité, une rotation à droite l'augmente.

**2.2** Si la touche FOCUS/TRACE/MENU 3 est allumée en continu, le bouton INTENS 2 permet alors de modifier, lorsqu'elles sont activées, les fonctions affichées dans le menu et identifiées par le symbole du bouton.

### 3 FOCUS/TRACE/MENU (touche)

Cette touche invoque le menu «Bouton Int.» et s'allume en continu pour signaler que le bouton INTENS possède une fonction qui est associée à la commande de menu sélectionnée.

Les commandes du menu dépendent du mode de fonctionnement:

**A-Int.:** réglage de la luminosité de la trace du signal représenté avec la base de temps A
**B-Int.:** réglage de la luminosité de la trace du signal représenté avec la base de temps B
**Zoom-Int.:** réglage de la luminosité de la trace du signal représenté expansé
**RO-Int.:** réglage de l'intensité du Readout
**Focus:** réglage de l'astigmatisme du signal et du Readout
**Readout On Off:**
Les interférences provoquées par le Readout peuvent être éliminées en le désactivant (Off) (mode analogique seulement). La touche FOCUS / TRACE / MENU clignote lorsque le Readout est désactivé. Seuls le ou les signaux sont encore affichés après avoir quitté le menu avec la touche MENU OFF 43 et la touche FOCUS / TRACE / MENU 3 clignote alors continuellement. Une nouvelle pression sur la touche affiche de nouveau le menu «Bouton Int.» et le Readout peut alors être activé (ON). Le Readout

est toujours activé (ON) à la mise sous tension de l'oscilloscope !

**Rot. trace:** rotation de la trace (voir «Rotation de la trace TR» dans la partie «Mise en route et préréglages»)

## 4 CURSOR MEASURE (touche)

La touche CURSOR MEASURE fait apparaître les lignes Cursor si elles étaient désactivées et les résultats des mesures au curseur sont simultanément affichés par le Readout. Si les lignes du curseur sont déjà affichées, une nouvelle pression sur la touche CURSOR MEASURE fait apparaître le menu «Curseurs». De plus, la touche FOCUS TRACE MENU 3 s'allume en continu et signale ainsi que le bouton INTENS 2 possède une fonction qui est associée à la commande sélectionnée du menu «Curseurs».

**La touche CURSOR MEASURE est sans effet en mode FFT.**

Les fonctions de mesure au curseur qui peuvent être sélectionnées dans ce menu dépendent du mode de fonctionnement (analogique ou numérique) et concernent à la fois les lignes du curseur et leur alignement.

Les lignes du curseur et le résultat de la mesure au curseur sont affichés en quittant le menu «Curseurs» avec la touche MENU OFF 43 après avoir sélectionné le type de mesure. Le résultat de la mesure au curseur est affiché dans le Readout dans la troisième ligne à partir du haut (exemple: ΔV (CH2):16.6 mV). Si le bouton a la fonction de vernier de réglage fin (Variable) et que la voie de mesure n'est pas calibrée, la valeur mesurée est précédée de «>» à la place de «:».

**Positionnement du curseur**
Le positionnement des lignes du curseur s'effectue à l'aide des boutons POSITION 1 et POSITION 2 s'ils se trouvent en mode «Curseurs». La sélection de la fonction de ces boutons s'effectue dans le menu «Pos./Échelle» qui s'affiche en appuyant avc la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM 15. Vous pouvez alors définir avec les touches de fonction «Curseurs» (lignes longues du curseur), «Curseur secondaire» (ligne(s) courte(s) du curseur ou autres symboles) et «Paire cur.» (déplacement simultané des deux lignes du curseur = tracking) les lignes à déplacer avec les boutons POSITION 1 et POSITION 2.

**Commandes du menu**
Les commandes et mesures au curseur suivantes sont disponibles, suivant le mode de fonctionnement (analogique, numérique, Yt, XY), lorsque le menu «Curseurs» est affiché. «Off» désactive le curseur, ferme le menu «Curseurs» et désactive l'affichage des résultats des mesures au curseur dans le Readout.

### 4.1 Type de mesure
Lorsque cette fonction est activée, vous pouvez sélectionner l'un des types de mesure affichés dans la fenêtre de sélection avec le bouton INTENS 2. Dans la majorité des cas, l'unité correspondant s'affiche automatiquement lors de la sélection du type de mesure. Les fonctions des types de mesure sont explicites.

### 4.2 Unité
Si le type de mesure sélectionné est «Rapport X» ou «Rapport Y», le symbole du bouton INTENS s'affiche alors en plus de l'unité et cette dernière peut alors être déterminée par l'utilisateur.

- **«Rat» (ratio), affichage du rapport**
  Ce type de mesure permet de déterminer des rapports de sonde et d'amplitude à l'aide du curseur. L'écart entre les lignes longues du curseur correspond à 1.

- **«%» affichage du pourcentage**
  L'écart entre les lignes longues du curseur correspond à 100 %. Le résultat de la mesure est déterminé à partir de l'écart entre la ligne courte du curseur secondaire et la ligne de référence longue (en bas ou à gauche) et, le cas échéant, affiché avec un signe négatif.

- **«°» mesure d'angle**
  L'écart entre les lignes longues du curseur correspond à 360° et doit être égal à une période du signal. Le résultat de la mesure est déterminé à partir de l'écart entre la ligne de référence et la ligne courte du curseur secondaire et, le cas échéant, affiché avec un signe négatif. Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans le paragraphe «Mesure de différence de phase en mode double trace (Yt)», dans la section «Mise en route et préréglages».

- « $\pi$ »
  Mesure de la valeur de $\pi$ en fonction de l'écart entre les lignes du curseur. Une période d'une sinusoïde (ondulation complète) est égale à $2\pi$. L'écart entre les deux lignes longues du curseur doit donc être égal à 1 période. Si l'écart entre la ligne de référence et la ligne courte du curseur est de 1,5 périodes, le résultat affiché est $3\pi$. Si la ligne courte du curseur se trouve à gauche de la ligne de référence, la valeur de $\pi$ et alors précédée d'un signe négatif.

Si le type de mesure sélectionné est «Comptage», le symbole du bouton INTENS s'affiche alors en plus de l'unité et cette dernière peut alors être déterminée par l'utilisateur.

- **Impulsion positive**
  Comptage du nombre d'impulsions positives qui se trouvent entre les lignes verticales du curseur et la ligne horizontale du curseur secondaire.

- **Impulsion négative**
  Comptage du nombre d'impulsions négatives qui se trouvent entre les lignes verticales du curseur et la ligne horizontale du curseur secondaire.

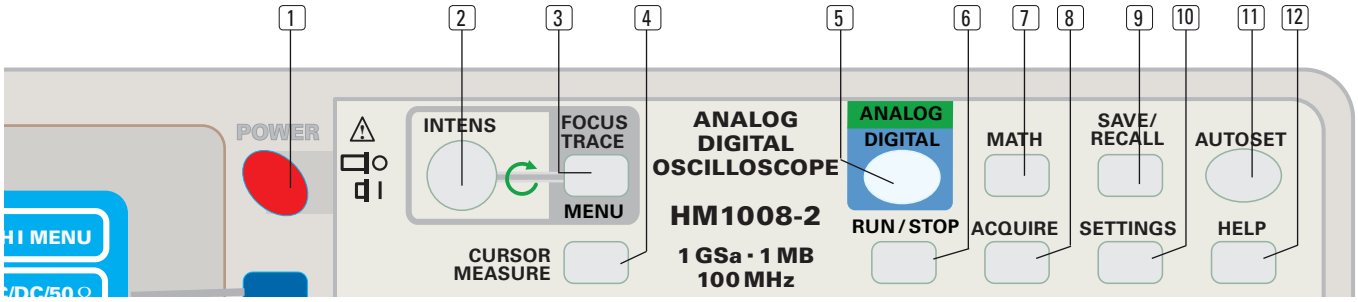
- **Fronts montants**
  Comptage du nombre de fronts montants qui se trouvent entre les lignes verticales du curseur et la ligne horizontale du curseur secondaire.

- **Fronts descendants**
  Comptage du nombre de fronts descendants qui se trouvent entre les lignes verticales du curseur et la ligne horizontale du curseur secondaire.

### 4.3 Référence
Le symbole du bouton INTENS s'affiche en plus de la désignation de la voie lorsque la mesure au curseur peut se rapporter à plusieurs signaux. Cela vous permet de déterminer la voie ou le calibre auquel doit se rapporter la mesure au curseur. Bien évidemment, les lignes du curseur doivent alors se trouver sur le signal ou la partie de signal affiché avec cette voie.

### 4.4 Off (curseurs désactivés)
Une pression sur cette touche de fonction désactive le curseur, l'affichage des résultats de la mesure et ferme le menu Curseurs.

Pour fermer le menu Curseurs et afficher ensuite les résultats de la mesure au curseur, il faut quitter le menu avec la touche MENU OFF 43.




## 5 ANALOG/DIGITAL (touche)

Cette touche permet de passer du mode analogique au mode numérique et inversement.

Le mode choisi est indiqué par la couleur dans laquelle s'allume la touche (analogique = vert, numérique = bleu). Le mode d'affichage (s'il s'agit de Yt ou XY) ne se modifie pas en changeant de mode de fonctionnement. Comme le mode FFT est un subordonné du mode Yt et qu'il n'est disponible qu'en mode numérique, il est automatiquement désactivé lors du passage en mode analogique où le dernier mode Yt utilisé est alors adopté. Si le testeur de composants est activé (mode analogique) et que vous passez en mode numérique, l'oscilloscope adopte alors automatiquement le dernier mode d'affichage utilisé (Yt ou XY).

Les paramètres concernant la déviation verticale et les modes de fonctionnement des voies restent inchangés lors du basculement entre le mode analogique et le mode numérique. Du fait des différentes configurations possibles de la base de temps, c'est toujours la base de temps A qui est active après un basculement. Les calibres de la base de temps restent inchangés, sous réserves qu'ils soient disponibles dans le nouveau mode choisi, faute de quoi la dernière valeur de la gamme est sélectionnée automatiquement.

## 6 RUN/STOP (touche)

Cette touche possède plusieurs fonctions.

**6.1 Mode analogique, acquisition monocoup:**
La touche RUN/STOP concerne l'affichage des événements uniques (acquisition monocoup). Les signaux de ce type peuvent être affichés avec le déclenchement monocoup si la fonction «Monocoup» a été activée dans le menu qui s'affiche avec la touche MODE 20. Appuyez ensuite sur RUN/STOP 6, le déclenchement est alors activé. La touche RUN/STOP clignote alors jusqu'à ce qu'un signal déclenche la base de temps et provoque ainsi un balayage horizontal. La fin du balayage horizontal est signalée par l'allumage continu de la touche STOP. Pour préparer l'oscilloscope à l'acquisition d'un nouvel événement, il suffit d'appuyer sur la touche RUN/STOP pour qu'elle clignote de nouveau.

**6.2 Mode numérique**

**6.2.1** Acquisition monocoup
La touche RUN/STOP concerne l'acquisition et l'affichage des événements qui ne surviennent que de manière occasionnelle (acquisition monocoup). Les signaux de ce type peuvent être acquis et affichés avec le déclenchement monocoup si la fonction «Monocoup» a été activée dans le menu de déclenchement qui s'affiche avec la touche MODE 20. Une pression sur la touche RUN/STOP active le déclenchement, ce qui donne immédiatement lieu à un enregistrement continu du signal mesuré afin de pouvoir acquérir son tracé même avant l'événement déclencheur (prédéclenchement). La touche RUN/STOP clignote alors et signale ainsi que le processus d'enregistrement n'est pas encore terminé. L'acquisition se termine lorsqu'un signal a provoqué un déclenchement et que la durée d'acquisition du signal après l'événement déclencheur est écoulée (post-déclenchement). La touche RUN/STOP reste ensuite allumée en permanence et le tracé du signal ne change plus. Il peut à présent être interprété et/ou mémorisé.

Une nouvelle pression sur la touche RUN/STOP lance l'acquisition suivante, la touche recommence à clignoter et l'ancien «enregistrement» est remplacé.

Pour mettre fin à l'acquisition monocoup, il faut appuyer sur la touche MODE puis, dans le menu Déclenchement, passer du déclenchement monocoup au déclenchement automatique ou normal.

**6.2.2** Arrêt ou interruption de l'enregistrement d'un signal.
La touche RUN/STOP possède également une fonction autre que l'acquisition monocoup. Une pression met fin à l'enregistrement en cours (RUN/STOP s'allume) ou démarre un enregistrement (RUN/STOP éteint).

## 7 MATH (touche)

Mode numérique seulement, pas en FFT.

La touche MATH affiche le menu «Mathématique» et l'«Éditeur d'équations». Le menu «Mathématique» permet d'effectuer un traitement mathématique des signaux actuels des voies 1 et 2. Les résultats peuvent être affichés sous forme graphique à l'écran et déterminés avec les fonctions de mesure automatique et au curseur. Tous les paramètres et réglages ou leurs modifications sont enregistrés automatiquement en quittant le menu ou en éteignant l'oscilloscope. Les résultats des mesures sont perdus en éteignant l'oscilloscope.

Le menu «Mathématique» offre les fonctions suivantes:

**7.1 Jeu de formules**
Le bouton INTENS 2 vous permet de sélectionner l'un des 5 jeux de formules pour ensuite les éditer, ce qui vous permettra ensuite de choisir entre 5 jeux personnalisés.

Un jeu de formules se compose de 5 lignes numérotées de MA1 à MA5 et contenant chacune une équation. Vous pouvez très bien n'utiliser qu'une seule ligne dans un jeu de formules, mais une équation peut également se composer de plusieurs lignes. Dans ce cas, il faut tenir compte du fait que les lignes de l'équation sont traitées par pile de MA1 (première ligne d'équation) à MA5 (cinquième ligne d'équation).

**Attention !**
**Le jeu de formules valide est toujours celui qui était affiché au moment de quitter le menu «Mathématique».**

**7.2 Traitement**
Affiche le sous-menu «Traitement mathématique».

**7.2.1** Équation
Le bouton INTENS [2] permet de sélectionner une équation parmi cinq. Chaque équation se compose du nom du résultat (par exemple MA3), du caractère « = » de la fonction (par ex. ADD pour addition) et (premier opérande, deuxième opérande).
Remarque: le deuxième opérande n'est pas affiché avec toutes les fonctions (par ex. SQ).

**7.2.2** Fonction
Le bouton INTENS [2] permet de sélectionner les fonctions suivantes:

- **ADD** (Addition)
  opérande (cumulande) 1 plus opérande 2 (cumulateur)

- **SUB** (Soustraction)
  opérande 1 (diminuende) moins opérande 2 (terme soustractif)

- **MUL** (Multiplication)
  opérande 1 (multiplicateur) fois opérande 2 (multiplicande)

- **DIV** (Division)
  opérande 1 (dividende) par opérande 2 (diviseur)

- **SQ** (Carré) – élever l'opérande 1 au carré

- **INV** (Opposé) – inverser le signe de l'opérande 1

- **1/** (Inverse) – diviser 1 par l'opérande 1

- **ABS** (Valeur absolue)
  convertir l'opérande 1 (s'il est négatif) en un nombre positif

- **POS** (Valeurs positives)
  le résultat de l'opérande 1 se compose uniquement de nombres > 0. Les nombres < 0 (négatifs) et = 0 sont affichés = 0.

- **NEG** (Valeurs négatives)
  le résultat de l'opérande 1 se compose uniquement de nombres > 0. Les nombres > 0 (positifs) et = 0 sont affichés = 0.

**7.2.3** Opérande 1
Le bouton INTENS (2) permet de sélectionner l'opérande parmi les signaux suivants:

**CH1** = le signal courant de la voie 1
**CH2** = le signal courant de la voie 2
**MA1** = le résultat de l'équation du même nom
**MA2** = le résultat de l'équation du même nom
**MA3** = le résultat de l'équation du même nom
**MA4** = le résultat de l'équation du même nom
**MA5** = le résultat de l'équation du même nom

Après «MA», l'étape suivante provoque l'affichage dans le menu «Traitement mathématique» de «Traitement» et du symbole d'une flèche qui renvoie vers un sous-menu supplémentaire dont le contenu est décrit au paragraphe 7.2.5.

**7.2.4** Opérande 2
Cet opérande ne peut être sélectionné qu'avec la fonction ADD (addition), SUB (soustraction), MUL (multiplication) ou DIV (division). Vous pouvez alors choisir les mêmes signaux que ceux décrits au paragraphe 7.2.3.
Après «MA», l'étape suivante provoque l'affichage dans le menu «Traitement mathématique» de «Traitement» et du symbole d'une flèche qui renvoie vers un sous-menu supplémentaire dont le contenu est décrit au paragraphe 7.2.5.

**7.2.5** Choix de l'opérande avec l'éditeur de constante
Lorsque le bouton INTENS [2] est en position finale (butée droite), le menu affiche en plus en renvoi à un sous-menu «Édition». Celui-ci affiche le menu «Édition constante» et l'éditeur de constante qui permet de définir un «Nombre», son point «Déc.»(imal) et un «Préfixe» (par ex. µ) devant l'«Unité» (par ex. V) avec le bouton INTENS [2]. Le nombre, le point décimal et le préfixe définissent la constante qui sera prise en compte lors du calcul. La saisie de l'unité n'est pas indispensable, elle ne sert que d'aide-mémoire.

**7.3 Affichage**

**Attention !**
**L'affichage simultané de « signaux mathématiques » (MA1 à MA5) et de « signaux de référence » (RE1 à RE9) est impossible. L'affichage du ou de signaux de référence est désactivé en activant l'affichage du signal mathématique et inversement.**

La fonction «Affichage» apparaît deux fois dans le menu et elles peuvent être activées et désactivées dans toute combinaison souhaitée. Vous pouvez ainsi afficher le signal correspondant au résultat d'une seule équation ou des deux. Après avoir quitté le menu «Mathématique», l'affichage s'effectue en fonction du paramétrage sélectionné. La désignation de l'équation (par ex. MA2) s'affiche en même temps que le ou les signaux mathématiques. L'équation à afficher est à sélectionner avec le bouton INTENS [2].

Le signal mathématique est automatiquement mis à l'échelle. La mise à l'échelle est indépendante du réticule et des coefficients de déviation verticale et horizontale et n'est pas affichée. Il faut donc déterminer l'amplitude du signal mathématique avec mesure automatique ou CURSOR (V to GND) après avoir établi la «Référence» (par ex. MA2) du CURSEUR par rapport au «signal mathématique» et son échelle (touche CURSOR MEASURE [4] ( > Curseurs > Référence > par ex. MA2). L'indication du Readout sera alors, par exemple: «V(MA2):900mV».

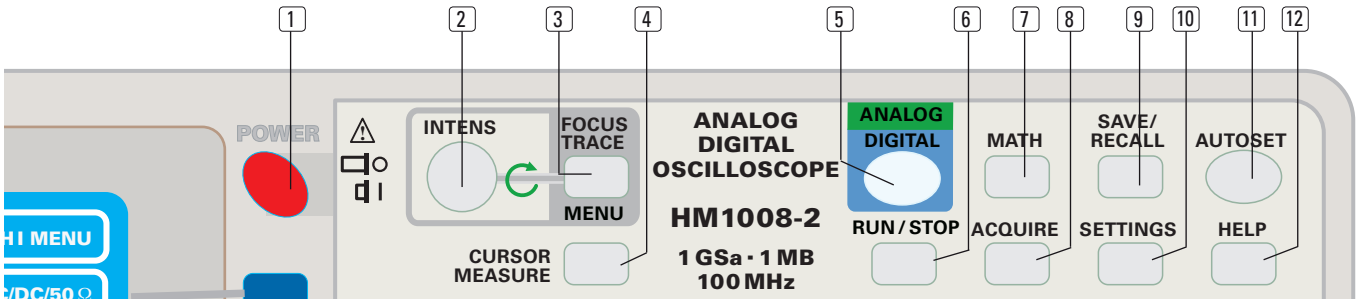
La fonction Division combinée avec la constante 0 n'affiche aucun résultat. La fonction mathématique n'est calculée et affichée que si cette opération est possible. Elle n'est pas calculée lorsque les voies ne sont pas activées ou en l'absence de données valides (par exemple normal sans déclenchement). Il n'y a pas de message d'erreur.

**7.4 Unité**
À chaque fonction «Affichage» est associée la fonction «Unité», laquelle peut être définie avec le bouton INTENS [2] et sera associée au résultat.

## [8] ACQUIRE (touche) sans effet en mode FFT

Mode numérique seulement. Cette touche affiche le menu «Acquisition» dans lequel vous pouvez sélectionner les différents modes de représentation du signal:

**8.1. Normal (Refresh) – Acquisition/Représentation**
Ce mode de fonctionnement permet, comme en mode analogique, d'acquérir et de représenter des signaux périodiques (répétitifs) comme en mode analogique. Le Readout affiche alors «rfr». La touche RUN/STOP [6] permet d'arrêter l'acquisition du signal en cours (la touche s'allume) et de la lancer (la touche s'éteint).
Le déclenchement provoque l'acquisition d'un nouveau signal et l'affichage de celui-ci. Les données du signal acquis et affiché précédemment sont alors remplacées. Les nouvelles données




sont affichées jusqu'à ce que le déclenchement lance une nouvelle acquisition du signal. Ce mode d'acquisition du signal est disponible dans l'ensemble de la gamme des calibres de la base de temps (50 s/cm – 5 ns/cm).

**Attention !**
**Après avoir sélectionné un calibre de la base de temps de 50 ms ou plus, l'acquisition commence immédiatement, mais la représentation toujours seulement au point de déclenchement qui, en l'absence de retard, se trouve au centre de l'écran (Readout: «Tt:0s»). Avec un calibre de 20 ms et moins, l'affichage commence au bord gauche de l'écran. À la 2ème acquisition, l'affichage commence au bord gauche de l'écran. Ce phénomène est sans importance pour les petits calibres de la base de temps, mais aux calibres plus élevés combinés avec des temps de post-déclenchement longs, il peut laisser supposer que l'oscilloscope n'a aucune réaction (l'état de l'acquisition est affiché s'il est activé). Le tracé du signal recommence à la fin de l'acquisition. Lorsque le point de déclenchement a été amené à fond à gauche avec le bouton HORIZONTAL (27) et que le calibre de la base de temps est de 50 s/cm, le Readout affiche alors «Tt:1.85ks», ce qui veut dire que 1600 secondes doivent s'écouler avant que la «trace» soit visible au niveau du bord gauche de l'écran et qu'elle aura atteint le centre de l'écran 250 secondes plus tard (1600 s + 250 s = 1,85 ks).**

### 8.2 Courbe d'enveloppe (Envelope) – Acquisition/Représentation

La courbe d'enveloppe est un sous-mode du mode normal (Refresh) qui est indiqué par «env» dans le Readout. Les conditions de déclenchement doivent également être remplies dans ce mode !
Contrairement au mode Normal (Refresh), les résultats de plusieurs acquisitions sont ici affichés sous la forme d'une représentation minimum-maximum, c'est-à-dire une courbe d'enveloppe, lorsque le signal mesuré présente des variations d'amplitude et/ou de fréquence (gigue). Vous pouvez ainsi facilement détecter et identifier les variations de ce type.

La touche RUN/STOP [6] permet d'arrêter l'affichage de la courbe d'enveloppe (elle reste alors allumée en continu), une nouvelle pression réinitialise l'affichage précédent et recommence l'acquisition/affichage de la courbe d'enveloppe depuis le début (touche RUN/STOP éteinte). Certains éléments de commande qui ont une influence sur l'affichage du signal provoquent, lorsqu'ils sont actionnés, une réinitialisation automatique de la fonction pour éviter qu'une courbe d'enveloppe ne soit provoquée par le fonctionnement de l'oscilloscope.
Comme ce mode d'affichage suppose la présence de signaux répétitifs et de nombreuses acquisitions de signaux, il n'est pas disponible pour l'acquisition d'événements «Monocoup». Le mode de déclenchement sélectionné doit donc être «AUTO» ou «Normal».

### 8.3 Valeur moyenne (Average) – Acquisition/Représentation

La valeur moyenne (Average) est un sous-mode du mode normal (Refresh) qui suppose le respect des conditions de déclenchement.

La valeur comprise entre 2 et 512 qui s'affiche sous «Moyenne» dans le menu peut être modifiée avec le bouton INTENS [2] après avoir invoqué cette fonction. Le Readout affiche «avg#512», par exemple.

Le chiffre indique la pondération de l'acquisition d'un signal lors du calcul de la moyenne. Plus l'indice de pondération est élevé, plus la pondération d'une acquisition individuelle est faible et plus le calcul de la valeur moyenne dure longtemps, car le nombre d'acquisitions nécessaires est comparativement plus élevé, mais la précision augmente elle aussi en même temps.

Le calcul de la moyenne permet de réduire ou d'éliminer les variations d'amplitude (par exemple les bruits) et de fréquence (gigue) dans la représentation.

La touche RUN/STOP [6] permet d'arrêter l'affichage de la moyenne (la touche reste allumée en continu), une nouvelle pression réinitialise l'affichage précédent et recommence l'acquisition/affichage de la moyenne depuis le début (touche RUN/STOP éteinte). Certains éléments de commande qui ont une influence sur l'affichage du signal provoquent, lorsqu'ils sont actionnés, une remise à zéro ou une reprise automatique de l'acquisition de la moyenne pour éviter que le fonctionnement de l'oscilloscope ne donne lieu à des représentations erronées de la moyenne.

Comme ce mode d'affichage suppose la présence de signaux répétitifs et de nombreuses acquisitions de signaux, il n'est pas disponible pour l'acquisition d'événements «Monocoup». Le mode de déclenchement sélectionné doit donc être «AUTO» ou «Normal».

### 8.4 Roll – Acquisition/Représentation

Le mode Roll permet une acquisition continue du signal indépendamment du déclenchement. Tous les éléments de commande, indicateurs et informations du Readout qui concernent le déclenchement ainsi que la fonction «ZOOM» sont désactivés en mode «rol». Le Readout affiche «rol».

En mode «rol», le résultat du dernier échantillonnage est affiché à droite du signal. Toutes les données enregistrées précédemment sont décalées d'une adresse vers la gauche à chaque nouvel échantillonnage. La valeur affichée précédemment sur le bord gauche est ainsi perdue. Contrairement au mode Refresh et à ses variantes, l'acquisition du signal en mode «rol» s'effectue continuellement sans temps d'attente liés au déclenchement (durée d'inhibition). L'acquisition du signal peut être interrompue ou reprise à tout moment par l'utilisateur en appuyant sur la touche RUN/STOP [6].

La plage des calibres de la base de temps en mode «rol» est limitée à 50 s/cm – 50 ms/cm. Les calibres inférieurs comme 1µs/div., par exemple, sont sans intérêt, car il serait alors impossible d'observer le signal. La base de temps commute automatiquement sur le calibre 50 ms/cm lors d'un passage en mode «rol» si le calibre était précédemment compris entre 20 ms/cm et 5 ns/cm.

**8.5 Crête Auto Off**
Ce mode d'acquisition du signal est automatiquement activé en détection «Auto» de la valeur de crête (Peak Detect) si le mode d'affichage est Yt (base de temps) et que le calibre est compris entre 50 s/cm et 500 ns/cm. Ce mode d'acquisition n'est disponible qu'en combinaison avec Normal (Refresh), roll (Roll), Courbe d'enveloppe (Envelope), Valeur moyenne (Average) et Acquisition (déclenchement) monocoup. Le Readout affiche alors PD.... avant l'abréviation du mode d'acquisition.

Aux calibres élevés de la base de temps, le signal à acquérir est alors échantillonné à un taux relativement bas s'il n'y a pas d'acquisition de la valeur de crête, ce qui donne lieu à des intervalles relativement importants entre les échantillons. Les signaux brefs (pointes de tension) qui se produisent pendant ces «intervalles» ne sont pas détectés.

En mode acquisition de la valeur de crête, l'échantillonnage est effectué au taux le plus élevé (c'est-à-dire avec le plus petit intervalle entre deux échantillons) de sorte que les signaux de ce type ayant une largeur d'impulsion > 10 ns soient acquis. Les données ainsi acquises font ensuite l'objet d'une analyse et seule la/les valeurs échantillonnées ayant l'écart le plus élevé sont affichées. L'absence de telles pointes de tension indique qu'il s'agit de bruit.

**8.6 Aléatoire Auto Off**
S'il n'est pas en mode acquisition «monocoup», l'appareil passe automatiquement en mode échantillonnage aléatoire à partir d'un certain calibre de la base de temps. Le calibre de la base de temps est alors affiché par le Readout, par exemple sous la forme «RS:10GSa» (Random Sampling: 10 Giga-Sample – Échantillonnage aléatoire: 10 giga-échantillons par seconde), le calibre de la base de temps étant de 5 ns/cm. L'absence de l'abréviation «RS» indique que l'échantillonnage n'est pas aléatoire mais en temps réel et que le taux d'échantillonnage maximum est de 1 GSa/s en monovoie ou 500 MSa/s en double trace (Yt).

L'échantillonnage aléatoire suppose des signaux répétitifs. Les échantillons individuels sont prélevés des périodes du signal répétitif et sont assemblés pour obtenir une représentation globale. Si l'échantillonnage aléatoire a lieu à 10 GSa/s, l'intervalle de temps avant le prochain échantillon affiché est à chaque fois de 0,1 ns. L'échantillonnage aléatoire autorise ainsi des petits calibres de la base de temps (par ex. 5 ns/cm) avec la totalité des échantillons nécessaires (jusqu'à 200/cm).

**Remarque:**
**Le plus petit calibre de la base de temps peut également être de 5 ns/cm sans échantillonnage aléatoire. Le taux d'échantillonnage maximum en temps réel est de 1 GSa/s en monovoie ou 500 MSa/s en double trace (Yt). Un taux d'échantillonnage de 1 GSa/s (intervalle d'échantillonnage: 1 ns) sur le calibre 5 ns/cm permet d'acquérir 5 échantillons. Les 195 échantillons manquants qui sont nécessaires pour une résolution de 200 échantillons par cm sont calculés avec Sinx/x (interpolés) si l'option « Vecteurs » ou « Optimal » est activée dans le menu.**

## 9 SAVE/RECALL (touche)

Cette touche affiche un menu dont le nombre de commandes et de fonctions dépend du fonctionnement en mode analogique ou numérique.

**9.1 Modes analogique et numérique**
La fonction «Sauv./Charg» permet de sauvegarder les réglages actuels de l'appareil ou de charger des réglages sauvegardés précédemment. Vous disposez à cet effet de 9 mémoires dont le contenu est conservé même après avoir éteint l'oscilloscope.

**9.1.1** Sauvegarde (Régl. act.)
La touche de fonction «Sauvegarde» affiche le sous-menu «Sauvegarder Régl. act.». La touche de fonction «Page 1 2» permet de sélectionner la page, le numéro de la page sélectionné étant le plus lumineux. La page 1 contient les mémoires 1 à 5 et la page 2 les mémoires 6 à 9. Les réglages de l'oscilloscope sont sauvegardés dans la mémoire dont la touche de fonction est enfoncée.

**9.1.2** Charger (Régl. act.)
La touche de fonction «Charger» affiche le sous-menu «Charger Régl. act.». La touche de fonction «Page 1 2» permet de sélectionner la page, le numéro de la page sélectionné étant le plus lumineux. La page 1 contient les mémoires 1 à 5 et la page 2 les mémoires 6 à 9. L'oscilloscope adopte les réglages de la mémoire dont la touche de fonction est enfoncée.

**9.2 Mode numérique.**

**Attention !**
**Les fonctions suivantes ne sont pas disponibles en mode FFT.**

Les commandes décrites aux paragraphes 9.1.1 et 9.1.2 sont également disponibles en mode numérique, en plus des commandes «Sauvegarder» et «Charger». La référence désigne la mémoire dans laquelle peuvent être enregistrés les signaux. Vous disposez à cet effet de 9 mémoires dont le contenu est conservé même après avoir éteint l'oscilloscope.

**9.2.1** Référence: Sauvegarde
Affiche les 3 sous-menus suivants:

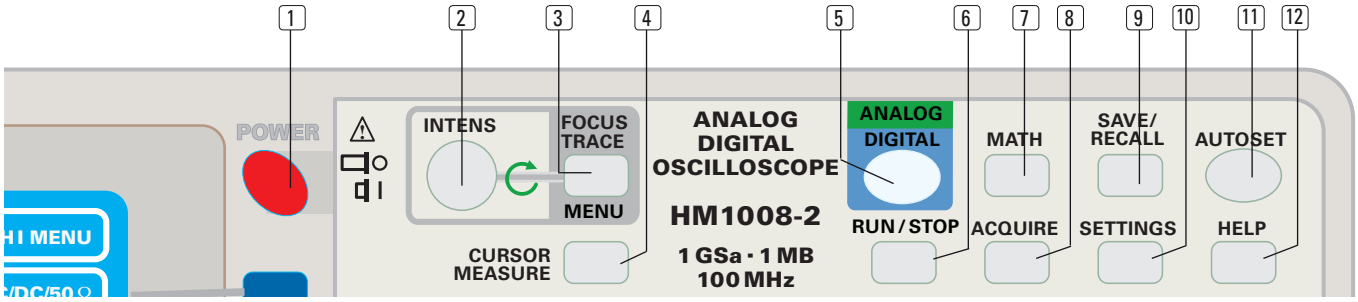
- **Source (référence)**
  Le bouton INTENS 2 permet de déterminer la source d'où doit provenir le signal à enregistrer dans la mémoire de référence.

- **Cible (référence)**
  Vous disposez en tout de 9 mémoires de référence dans lesquelles vous pouvez enregistrer un signal de la source (de signal) préalablement définie et que vous sélectionnez avec le bouton INTENS 2.

- **Sauvegarde (référence)**
  Une pression sur «Sauvegarde» inscrit (enregistre) dans la mémoire le signal de la source préalablement définie.

**9.2.2** Référence: Afficher
Affiche les sous-menus suivants:

**Attention !**
**L'affichage du ou de signaux de référence est désactivé automatiquement en activant l'affichage du signal mathématique et inversement.**




– **REx, On Off, Régl. assoc.**
  Le bouton INTENS [2] permet de sélectionner dans ce sous-menu 2 signaux de référence qui peuvent être affichés individuellement ou en même temps que les 2 signaux courants.

– **REx**
  Cette fonction permet de sélectionner la mémoire de référence (RE1 à RE9) avec le bouton INTENS [2].

– **ON / OFF**
  Appuyez sur la touche de fonction pour basculer entre On et Off. En position On, le contenu de la mémoire de référence est affiché et identifié simultanément sur le bord droit de l'écran par REx (x compris entre 1 et 9). La sélection de On affiche une commande supplémentaire (Régl. assoc.).

**Attention:**
**Lorsque les deux références sont affichées et que les mémoires de référence sont identiques (RE1, RE1), le signal est affiché deux fois au même endroit sans changer de position.**

– **Régl. assoc.**
  Par une pression sur la touche correspondante, l'oscilloscope reprend les réglages qui ont été inscrits dans la mémoire de référence au moment de l'enregistrement du signal. Vous pouvez ainsi déterminer les paramètres du signal. Vous pouvez également mesurer les signaux de référence si les réglages correspondants n'ont pas été chargés.

## [10] Touche SETTINGS

La touche SETTINGS affiche le menu Réglages qui contient différents sous-menus, suivant le mode de fonctionnement (analogique ou numérique), que vous pouvez invoquer avec les touches de fonction associées.

### 10.1 Language (Langue)

Ce sous-menu vous permet de sélectionner la langue. Les menus et les textes d'aide existent en allemand, en anglais, en français et en espagnol.

### 10.2 Généraux

**10.2.1** Signal de contrôle On Off
Off: les signaux (bips) sonores qui signalent la position finale d'un bouton, par exemple, sont désactivés.

**10.2.2** Signal de défaut On Off
Off: les signaux (bips) sonores qui signalent les situations de défaut sont désactivés.

**10.2.3** Démarrage rapide On Off
Off: le logo HAMEG, le type d'appareil et le numéro de version ne s'affichent pas et l'appareil est immédiatement prêt pour les mesures à la mise sous tension.

**10.2.4** Arrêt menu
Le bouton INTENS [2] permet de définir le délai après lequel un menu affiché se referme automatiquement. Pour quitter le menu avant l'écoulement de ce délai, il suffit d'appuyer sur la touche MENU OFF [43].

Si l'option choisie est «Man.» (manuel), vous pouvez quitter le menu comme suit:
– Avec la touche MENU OFF [43]
– En appuyant sur une autre touche
– En appuyant sur la touche avec laquelle le menu a préalablement été invoqué, vous revenez d'un niveau en arrière dans la hiérarchie du menu.

### 10.3 Interface

Ce sous-menu affiche les paramètres de l'interface interchangeable qui se trouve actuellement dans l'oscilloscope. Ces paramètres peuvent être modifiés de la manière habituelle. Si l'oscilloscope contient l'interface d'origine, vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans la section «Transfert de données» du présent manuel. Si l'interface d'origine a été remplacée par une interface optionnelle, les informations se trouvent alors sur le CD fourni avec celle-ci.

### 10.4 Affichage

Ce sous-menu offre la possibilité de choisir entre deux modes différents d'affichage du signal.

**10.4.1** Points
Suivant les autres réglages de l'appareil et des paramètres du signal mesuré, ce mode permet de constater que l'échantillonnage du signal sur les oscilloscopes numériques s'effectue de manière quasi-ponctuelle.

**10.4.2** Vecteurs
Contrairement à la représentation par points, ce mode d'affichage réalise des liaisons linéaires entre les points, et ce même dans des conditions où seul un très petit nombre de points est affiché. Les points supplémentaires sont alors interpolés et tous les points représentés avec une liaison linéaire.

**10.4.3** Optimal
Ce mode de représentation permet d'éviter les signaux dits fantômes. Les signaux à acquérir sont tout d'abord échantillonnés à une fréquence supérieure à celle qui serait normalement prédéfinie par le calibre de la base de temps et la profondeur de la mémoire d'affichage, ce qui est rendu possible grâce à une mémoire de 1 Mo par signal qui contient un nombre de valeurs échantillonnées supérieur à celui qui est réellement nécessaire. Les valeurs échantillonnées sont interprétées avant l'affichage (2000 points par trace) et les valeurs minimales et maximales les plus élevées sont affichées (1 Mo – mémoire – divisé par 2 ko – affichage – résulte en 500 valeurs échantillonnées dont est affichée celle qui présente l'écart le plus élevé). Après avoir déterminé les valeurs échantillonnées à afficher, elles sont représentées par des vecteurs comme décrit au paragraphe 10.4.2.

**L'affichage « Optimal » permet de représenter un signal contenant du bruit important, car ce sont les valeurs minimales et maximales les plus élevées qui sont représentées.**

**10.4.4** État acq. AUTO OFF
En position AUTO, avec un déclenchement normal et monocoup et un temps d'attente supérieur à 1 seconde, seul s'affiche le temps de prédéclenchement en % jusqu'à atteindre 100 % et ensuite l'intervalle de temps pendant lequel l'oscilloscope est en attente d'un signal de déclenchement. Seul le temps d'attente s'affiche aux petits calibres de la base de temps (TIME/DIV) en raison de la courte durée pour atteindre la valeur de prédéclenchement de 100 %.

**10.5 Auto-calibrage**
Cette touche de fonction affiche le menu «Réglages Auto-calibrage». Vous pouvez lancer une compensation automatique avec la touche de fonction «Démarrer» si les entrées de l'oscilloscope ne sont pas connectées. Celle-ci peut être interrompue prématurément avec la touche MENU OFF [43].

La compensation automatique optimise le comportement de l'oscilloscope sous les températures de fonctionnement actuelles. Il convient de ne lancer l'auto-calibrage qu'après au moins 30 minutes de fonctionnement.

## [11] AUTOSET (touche)

AUTOSET réalise un réglage automatique de l'appareil en fonction du signal (voir «AUTOSET»). Cela concerne la position de la trace, l'amplitude du signal et le calibre de la base de temps (les paramètres optimaux sont déterminés en mode FFT). Il n'y pas de basculement du mode analogique en mode numérique ou inversement. En mode testeur de composants (mode analogique), XY analogique ou ADD (addition), la fonction AUTOSET active le mode DUAL. Elle ne modifie pas les modes de fonctionnement DUAL, CH1 ou CH2. La fonction AUTOSET désactive les modes d'acquisition «Roll», «Courbe d'enveloppe» et «Moyenne» possibles en mode numérique et rétablit le mode «Normal».

Une pression sur AUTOSET règle la luminosité du signal à une valeur moyenne si le réglage était précédemment inférieur à celle-ci. Si un menu est affiché, AUTOSET le ferme. AUTOSET est sans effet lorsqu'un texte d'aide est affiché.

La touche AUTOSET peut et doit aussi être actionnée en mode FFT pour éviter les erreurs de réglage.

## [12] HELP (touche)

Une pression sur la touche HELP affiche un texte d'aide et simultanément masque le signal.

Si un menu est affiché, le texte d'aide se rapporte à celui-ci ou à la fonction ou au sous-menu sélectionné. Si vous actionnez un bouton, le texte d'aide correspondant s'affiche alors également. Une nouvelle pression sur la touche HELP fait disparaître le texte.

## [13] POSITION 1 (bouton)

Le bouton sert à régler différentes fonctions. Celles-ci dépendent du mode de fonctionnement, de la position de la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] et de la commande active dans le menu.

**13.1 Position Y**

**13.1.1** Position Y de la voie 1 (mode analogique et numérique)
Le bouton POSITION 1 permet de régler la position verticale (Y) de la voie 1 si l'appareil se trouve en mode Yt (base de temps) et si la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] n'est pas allumée.

**13.1.2** Position Y de la trace FFT (mode numérique seulement) mesurée avec la voie 1
Position 1 permet de régler la position verticale de la trace FFT (spectre), de l'indicateur de référence FFT (flèche à gauche de l'écran) et du marqueur FFT (symbole X).

**13.1.3** Position du signal de référence (mode numérique)
Le bouton POSITION 1 permet de régler la position verticale (Y) des signaux qui se trouvent dans la mémoire de référence. Les conditions suivantes doivent être remplies:

a) Un signal de référence doit être affiché (touche SAVE/RECALL [9] > Afficher référence > (champ du haut) REx (x = mémoire, à sélectionner avec le bouton INTENS (2)) On (avec ou sans «réglages associés»).
b) Après avoir appuyé sur la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15], il faut avoir sélectionné > Math./Réf. (la touche s'allume en vert).

Le bouton POSITION 2 peut également servir au réglage de la position verticale des signaux qui se trouvent dans la mémoire de référence si les conditions mentionnées précédemment sont remplies et si le champ Afficher référence au-dessous contient On.

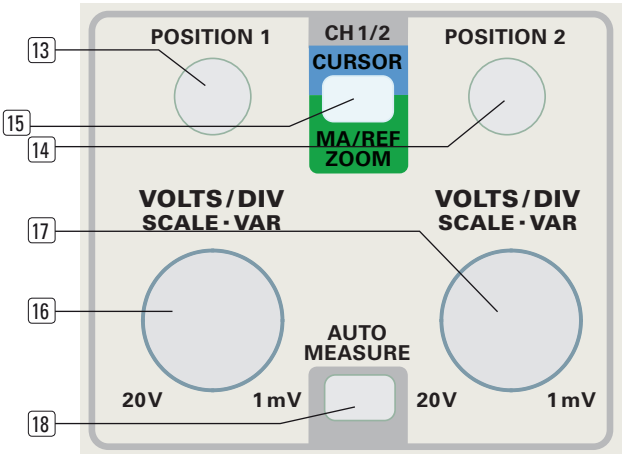
**13.1.4** Position du signal mathématique (mode numérique)
Le bouton POSITION 1 permet de régler la position verticale (Y) des signaux mathématiques si une équation (MA1 ... MA5) a été sélectionnée avec le bouton INTENS [2] après avoir appuyé sur la touche MATH [7] > Afficher (champ du haut), la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] a été actionné et Math./Réf. a été sélectionné (la touche s'allume en vert).

Le bouton POSITION 2 peut lui aussi servir au réglage de la position verticale des signaux mathématiques si les conditions mentionnées précédemment sont remplies et si le champ Mathématique > Afficher au-dessous contient On.

**13.1.5** Position Y – 2ème base de temps (mode analogique)
Le bouton POSITION 1 permet de modifier la position du signal expansé de la base de temps B en mode base de temps alternée afin de le séparer de la base de temps A (séparation des traces). Pour ce faire, il faut activer la fonction «Rechercher» (touche HOR VAR [30] > Rechercher) et sélectionner la fonction TB B après avoir appuyé sur la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] (la touche s'allume en vert).

**13.1.6** Position Y ZOOM (mode numérique)
Le bouton POSITION 1 permet de modifier la position du signal expansé avec la fonction ZOOM afin de le séparer de la base de temps A (séparation des traces). Pour ce faire, il faut activer la fonction «Rechercher» (touche HOR VAR [30] > Rechercher) (mode base de temps A/B alternée) et sélectionner la fonction Zoom après avoir appuyé sur la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15], la touche s'allume en vert.

**13.2 Position X en mode XY** (voie 1)
(mode analogique et numérique) Le bouton POSITION 1 permet de régler la position horizontale (X) de la voie 1 en mode XY et si la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] n'est pas allumée.




**Remarque:**
**en mode XY, la position horizontale (X) peut également être réglée avec le bouton HORIZONTAL [27].**

**13.3 Position CURSOR** (mode analogique et numérique)
Le bouton POSITION 1 [13] peut être utilisé pour régler la position des curseurs si ceux-ci sont activés (appuyer sur la touche CURSOR-MEASURE [4]) et si la fonction Curseurs ou Paire cur. a ensuite été sélectionnée après avoir appuyé sur la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15], celle-ci s'allume en bleu.

**Attention !**
**La fonction «Paire cur.» n'est disponible que si 2 curseurs sont affichés. Ceux-ci peuvent alors être déplacés simultanément sans que l'écart entre eux ne se modifie.**

## [14] POSITION 2 (bouton)

Le bouton sert à régler différentes fonctions. Celles-ci dépendent du mode de fonctionnement, de la position de la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF– ZOOM [15] et de la commande active dans le menu.

**14.1 Position Y**
14.1.1 Position Y de la voie 2 (mode analogique et numérique)
Le bouton POSITION 2 permet de régler la position verticale (Y) de la voie 2 si l'appareil se trouve en mode Yt (base de temps) et si la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] n'est pas allumée.

**14.1.2** Position Y de l'affichage FFT (mode numérique seulement) mesuré avec la voie 2. – Position 2 permet de régler la position verticale de la trace FFT (spectre), de l'indicateur de référence FFT (flèche à gauche de l'écran) et du marqueur FFT (symbole X).

**14.1.3** Position du signal de référence (mode numérique)
Le bouton POSITION 2 permet de régler la position verticale (Y) des signaux qui se trouvent dans la mémoire de référence. Les conditions suivantes doivent être remplies:

a) Un signal de référence doit être affiché (touche SAVE/RECALL [9] > Afficher référence > (champ du haut) REx (x = mémoire, à sélectionner avec le bouton INTENS [2]) > On (avec ou sans «réglages associés»).

b) Après avoir appuyé sur la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15], il faut avoir sélectionné >Math./Réf. (la touche s'allume en vert).

**14.1.4** Position du signal mathématique (mode numérique)
Le bouton POSITION 2 permet de régler la position verticale (Y) des signaux mathématiques si une équation (MA1 ... MA5) a été sélectionnée avec le bouton INTENS [2] après avoir appuyé sur la touche MATH [7] > Afficher (champ du haut), la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] a été actionné et Math./Réf. a été sélectionné (la touche s'allume en vert).

**14.1.5** Position Y – 2ème base de temps (mode analogique)
Le bouton POSITION 2 permet de modifier la position du signal expansé de la base de temps B en mode base de temps alternée afin de le séparer de la base de temps A (séparation des traces). Pour ce faire, il faut activer la fonction «Rechercher» (touche HOR VAR [30] > Rechercher) et sélectionner la fonction TB B après avoir appuyé sur la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] (la touche s'allume en vert).

**14.1.6** Position Y ZOOM (mode numérique)
Le bouton POSITION 2 permet de modifier la position du signal expansé avec la fonction ZOOM afin de le séparer de la base de temps A (séparation des traces). Pour ce faire, il faut activer la fonction «Rechercher» (touche HOR VAR [30] > Rechercher) (mode base de temps A/B alternée) et sélectionner la fonction Zoom après avoir appuyé sur la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15], la touche s'allume en vert.

**14.2 Position X en mode XY** (voie 2)
(mode analogique et numérique)
Le bouton POSITION 2 permet de régler la position horizontale (X) de la voie 2 en mode XY et si la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] n'est pas allumée.

**14.3 Position CURSOR** (mode analogique et numérique)
Le bouton POSITION 2 [14] peut être utilisé pour régler la position des curseurs à condition que ceux-ci soient activés (appuyer sur la touche CURSOR-MEASURE ) et si la fonction Curseurs ou Paire cur. a ensuite été sélectionnée après avoir appuyé sur la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15], celle-ci s'allume en bleu.

**Attention !**
**La fonction «Paire cur.» n'est disponible que si 2 curseurs sont affichés. Ceux-ci peuvent alors être déplacés simultanément sans que l'écart entre eux ne se modifie.**

## [15] CH1/2-CURSOR-MA/REF-ZOOM (touche)

Après avoir affiché un menu avec cette touche, vous pouvez choisir, selon les conditions de fonctionnement actuelles, la fonction des boutons POSITION 1 [13], POSITION 2 [14] et VOLTS/DIV [16] [17]. Dans le cas des fonctions mathématiques et de référence, cela concerne aussi dans une certaine mesure la position Y qui peut être modifiée avec les boutons VOLTS/DIV. [16] [17].

La touche indique la fonction courante correspondant à l'inscription en face avant:
éteinte = réglage de la position verticale et du calibre de la voie 1 et/ou 2.
bleue = réglage des curseurs
verte = réglage de la position verticale et du calibre des:
signaux mathématiques
signaux de la mémoire de référence
signaux du ZOOM ou de la base de temps B

### 16 VOLTS/DIV–SCALE–VAR (bouton)

Ce bouton agit sur la voie 1 et possède plusieurs fonctions.

**16.1 Réglage des calibres**
Cette fonction est active lorsque la touche CH1 VAR 31 n'est pas allumée.

Tournez le bouton vers la gauche pour augmenter le calibre, vers la droite pour le réduire. Les calibres disponibles son compris entre 1 mV/div. et 20 V/div. selon une séquence 1-2-5. Le calibre est indiqué par le Readout (par ex. «CH1:5mV») et il est calibré. Le signal est représenté avec une amplitude plus ou moins grande en fonction du calibre sélectionné.

**Attention !**
**Le calibre réglé s'applique même lorsque la voie 1 n'est pas représentée, par exemple en mode mono-voie par la voie 2. La voie 1 peut alors être utilisée comme entrée pour la synchronisation interne.**

**16.2 Réglage (fin) variable**
Cette fonction est activée en appuyant sur la touche CH1 VAR 31 puis en sélectionnant Variable On avec la touche de fonction dans le menu CH1. La touche CH1 VAR 31 s'allume alors et signale ainsi que le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR 16 sert au réglage fin. Vous pouvez ensuite faire varier le calibre entre 1 mV/cm et >20 V/div. et ainsi l'amplitude du signal représenté.

Si le coefficient de déviation n'est pas calibré, le Readout indique par exemple «...>5mV...» et les résultats des mesures au curseur ne sont pas non plus calibrés. S'il est calibré, le Readout affiche «...:5mV...» par exemple.

Si vous désactivez le réglage fin (Variable Off) dans le menu CH1, le coefficient de déviation est alors calibré, la touche CH1 VAR 31 ne s'allume pas et le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR 16 change le calibre selon la séquence 1-2-5.

**16.3 Mise à l'échelle de l'affichage FFT** (mode numérique seulement)

**16.3.1** Remarques préliminaires:
Pour éviter l'affichage d'un spectre de fréquences incorrect en mode FFT, il faut vérifier avant de basculer dans ce mode si le signal Yt convient pour une conversion en FFT, ce qui veut dire que le calibre de la base de temps (taux d'échantillonnage) doit permettre la représentation d'au moins une période complète du signal. D'un autre côté, le taux d'échantillonnage ne doit pas non plus être trop faible au risque de provoquer l'affichage de signaux dits fantômes. En présence de signaux complexes, la contrainte «au moins une période complète du signal» s'applique à la fréquence la plus faible présente dans le signal total. L'amplitude du signal doit être comprise entre 5 mm (0,5 div.) et 8 cm (8 div.).

Les signaux représentés avec une amplitude > 8 cm (8 div.) et ceux qui dépassent les limites verticales de l'écran risquent d'atteindre les limites de la zone de modulation du convertisseur A/N, ce qui a pour effet de numériser des signaux limités d'un côté ou déformés en signaux rectangulaires et d'entraîner ainsi l'affichage de spectres supplémentaires qui en réalité n'existent pas dans le signal d'origine. L'indication «ALF?» en bas à droite dans le Readout signale un taux d'échantillonnage éventuellement trop faible, «overrange ±» signale une saturation.

Vous pouvez éviter ces problèmes en appuyant sur la touche AUTOSET 11 avant de passer en mode FFT ou pendant celui-ci.

**16.3.2** Mise à l'échelle:
En mode FFT, le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR 16 modifie uniquement l'échelle d'affichage du spectre, ce qui veut dire que la hauteur d'affichage du spectre (ainsi que du bruit) est doublée après avoir commuté de 20 dB/cm à 10 dB/cm. Le calibre vertical précédemment sélectionné en mode Yt ne change pas.

Si vous avez choisi dBV dans le menu FFT, le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR 16 permet alors de sélectionner les calibres de 10 dB/cm à 500 dB/cm selon la séquence 1-2-5. Si vous avez choisi $V_{(rms)}$, ce sont les calibres de 5 mV/cm à 20 V/cm toujours selon la séquence 1-2-5. Les limites de la mise à l'échelle dépendent du calibre actuel de la base de temps. Il faut ici tenir compte du fait que contrairement à l'affichage traditionnel en mode Yt et XY, ce ne sont pas les valeurs crête à crête, mais les valeurs efficaces qui sont affichées ici.

### 17 VOLTS/DIV-SCALE-VAR (bouton)

Ce bouton agit sur la voie 2 et possède plusieurs fonctions.

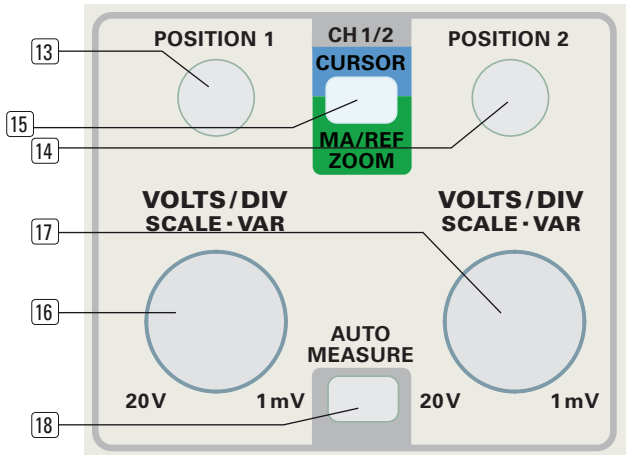
**17.1 Réglage des calibres**
Cette fonction est active lorsque la touche CH2 VAR (33) n'est pas allumée.

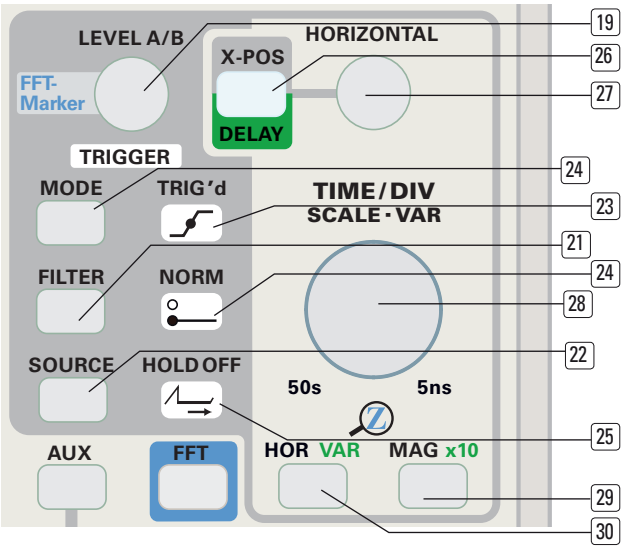
Tournez le bouton vers la gauche pour augmenter le calibre, vers la droite pour le réduire. Les calibres disponibles son compris entre 1 mV/div. et 20 V/div. selon une séquence 1-2-5. Le calibre est indiqué par le Readout (par ex. «CH2:5mV») et il est calibré. Le signal est représenté avec une amplitude plus ou moins grande en fonction du calibre sélectionné.

**Attention !**
**Le calibre réglé s'applique même lorsque la voie 2 n'est pas représentée, par exemple en mode mono-voie par la voie 1. La voie 2 peut alors être utilisée comme entrée pour la synchronisation interne.**

**17.2 Réglage (fin) variable**
Cette fonction est activée en appuyant sur la touche CH2 VAR 33 puis en sélectionnant Variable On avec la touche de fonction dans le menu CH2. La touche CH1 VAR 33 s'allume alors et signale ainsi que le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR 17 sert au réglage fin. Vous pouvez ensuite faire varier le calibre entre 1 mV/cm et >20 V/div. et ainsi l'amplitude du signal représenté.

Si le coefficient de déviation n'est pas calibré, le Readout indique par exemple «...>5mV...» et les résultats des mesures au curseur ne sont pas non plus calibrés. S'il est calibré, le Readout affiche «...:5mV...» par exemple.






Si vous désactivez le réglage fin (Variable Off) dans le menu CH2, le coefficient de déviation est alors calibré, la touche CH2 VAR [33] ne s'allume pas et le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR [17] change le calibre selon la séquence 1-2-5.

**17.3 Mise à l'échelle de l'affichage FFT** (mode numérique seulement)

**17.3.1** Remarques préliminaires:
Pour éviter l'affichage d'un spectre de fréquences incorrect en mode FFT, il faut vérifier avant de basculer dans ce mode si le signal Yt convient pour une conversion en FFT, ce qui veut dire que le calibre de la base de temps (taux d'échantillonnage) doit permettre la représentation d'au moins une période complète du signal. D'un autre côté, le taux d'échantillonnage ne doit pas non plus être trop faible au risque de provoquer l'affichage de signaux dits fantômes. En présence de signaux complexes, la contrainte «au moins une période complète du signal» s'applique à la fréquence la plus faible présente dans le signal total. L'amplitude du signal doit être comprise entre 5 mm (0,5 div.) et 8 cm (8 div.). Les signaux représentés avec une amplitude > 8 cm et ceux qui dépassent les limites verticales de l'écran risquent d'atteindre les limites de la zone de modulation du convertisseur A/N, ce qui a pour effet de numériser des signaux limités d'un côté ou déformés en signaux rectangulaires et d'entraîner ainsi l'affichage de spectres supplémentaires qui en réalité n'existent pas dans le signal d'origine. L'indication «ALF?» en bas à droite dans le Readout signale un taux d'échantillonnage éventuellement trop faible, «overrange ±» signale une saturation.
Vous pouvez éviter ces problèmes en appuyant sur la touche AUTOSET [11] avant de passer en mode FFT ou pendant celui-ci.

**17.3.2** Mise à l'échelle:
En mode FFT, le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR [17] modifie uniquement l'échelle d'affichage du spectre, ce qui veut dire que la hauteur d'affichage du spectre (ainsi que du bruit) est doublée après avoir commuté de 20 dB/cm à 10 dB/cm. Le calibre vertical précédemment sélectionné en mode Yt ne change pas.

Si vous avez choisi dBV dans le menu FFT, le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR [17] permet alors de sélectionner les calibres de 5 dB/cm à 500 dB/cm selon la séquence 1-2-5. Si vous avez choisi V(rms), ce sont les calibres de 5 mV/cm à 20 V/cm toujours selon la séquence 1-2-5. Il faut ici tenir compte du fait que contrairement à l'affichage traditionnel en mode Yt et XY, ce ne sont pas les valeurs crête à crête, mais les valeurs efficaces qui sont affichées ici.

## [18] AUTO MEASURE (touche)

La touche AUTO MEASURE est sans effet en mode XY, mode FFT ou testeur de composants

La touche AUTO MEASURE active la fonction du même nom si celle-ci était désactivée et fait en même temps apparaître les résultats de la mesure automatique en haut à droite dans le Readout, sous les informations de déclenchement.

Une nouvelle pression sur la touche AUTO MEASURE affiche le menu «Mesure» ainsi qu'un menu de sélection. De plus, la touche FOCUS TRACE MENU [3] s'allume en continu et signale ainsi que le bouton INTENS [2] possède une fonction qui est associée à la commande sélectionnée du menu «Mesure».

Les résultats de la fonction AUTO MEASURE sont affichés en haut à droite dans le Readout, dans la ligne sous la source, le front et le couplage de déclenchement.

Les mesures automatiques qui peuvent être sélectionnées dans ce menu se rapportent au signal de déclenchement et varient en fonction du mode de fonctionnement.

**Il faut en principe remplir les conditions suivantes:**

a) Les conditions de déclenchement doivent être remplies lors des mesures de fréquence et de période. Le déclenchement normal est nécessaire pour les signaux inférieurs à 20 Hz. Attention ! Un temps de mesure de plusieurs secondes est nécessaire pour les signaux à très basse fréquence.

b) Pour pouvoir acquérir également les tensions continues ou la composante continue des tensions mixte, le couplage d'entrée de la voie à laquelle est appliqué le signal mesuré doit être DC (tension/courant continu) et le couplage de déclenchement DC doit être sélectionné pour les mêmes raisons.

**Il faut également tenir compte des points suivants:**

- La précision de mesure diminue avec les signaux à fréquence plus élevée en raison de la bande passante de l'amplificateur de déclenchement.
- Il existe des variations au niveau de la représentation du signal, car la bande passante de l'amplificateur vertical est différente de celle de l'amplificateur de déclenchement.
- Lors de la mesure de tensions alternatives à très basse fréquence (< 20 Hz), l'affichage suit l'évolution de la tension.
- Lors de la mesure de tensions impulsionnelles, la valeur affichée peut présenter des variations. Le niveau de variation dépend du rapport cyclique du signal mesuré et du front de déclenchement choisi.
- Pour éviter les erreurs de mesure, la trace doit se trouver à l'intérieur du quadrillage, ce qui veut dire qu'il ne doit y avoir aucune saturation de l'amplificateur de mesure.
- Lorsque la fonction Variable est activée, le coefficient de déflection et/ou la base de temps n'est pas calibrée. Ceci est signalisé par le symbole « > » dans le Readout.

**Attention !**
**Du fait du risque d'erreurs de mesure, il convient de réaliser la mesure de signaux complexes avec les curseurs.**

**18.1 Type de mesure**
Lorsque cette fonction est activée, vous pouvez sélectionner l'un des types de mesure affichés dans la fenêtre de sélection avec le bouton INTENS [2]. Dans la majorité des cas, l'unité correspondant s'affiche automatiquement lors de la sélection du type de mesure. La fonction des types de mesure est explicite.

En mode numérique, ce sont les signaux numérisés et non pas le signal de déclenchement qui sont analysés avec les fonctions «Fréq. sign.» (fréquence du signal) et «Pér. sign.» (période du signal. Il faut donc que le calibre de la base de temps soit réglé de manière à afficher au moins une période du signal.

**18.2 Référence**

**18.2.1** «Tr» signale que le signal de déclenchement sert de référence. Si le signal appliqué à la voie 1 sert de signal de déclenchement par exemple (déclenchement interne), la valeur mesurée affichée se rapporte alors à ce signal.

**18.2.2** CH1 ou CH2 indique la source de signal de déclenchement dont le signal est analysé. Si le symbole du codeur rotatif s'affiche, vous pouvez sélectionner la source avec le bouton INTENS.

**18.3 Off**
Une pression sur la touche de fonction «Off» désactive la fonction AUTO MEASURE et referme le menu.
Pour quitter le menu sans désactiver la fonction AUTO MEASURE, appuyez sur la touche MENU OFF [43].

## [19] LEVEL A/B – FFT Marker (bouton)

Ce bouton possède des fonctions différentes en mode Yt et mode Yf (FFT) .

**19.1 Mode Yt**
Le bouton LEVEL permet de régler le point de déclenchement, c'est-à-dire la tension qu'un signal de déclenchement doit franchir pour déclencher un balayage horizontal ou terminer une acquisition en mode numérique. Dans la majorité des modes Yt, le Readout affiche un symbole dont la position verticale indique le point de déclenchement par rapport à la trace. Dans les modes de fonctionnement où il n'existe aucune relation directe entre le signal de déclenchement et le point de déclenchement, le symbole de ce dernier est «rangé» sur la deuxième ligne de la ligne en partant du bas (mode numérique seulement).

Une modification du réglage LEVEL en déclenchement normal modifie également la position du symbole du point de déclenchement dans le Readout. Il doit aussi exister un signal en déclenchement automatique (qui est actif en couplage de déclenchement AC) sur valeur de crête, car le symbole du point de déclenchement et ainsi le point de déclenchement ne peut être positionné qu'au sein de la valeur de crête du signal.

La modification s'effectue dans le sens vertical. Pour éviter que le symbole du point de déclenchement ne remplace d'autres informations du Readout, sa zone d'affichage est limitée. Un changement de la forme du symbole indique la direction dans laquelle le point de déclenchement a quitté la grille de mesure.

Mode analogique seulement: Le bouton de réglage du point de déclenchement agit sur la base de temps A ou B, suivant le mode de fonctionnement de celle-ci. Le mode de fonctionnement de la base de temps peut être sélectionné dans le menu «Base de temps» après avoir appuyé sur la touche HOR VAR [30]. En mode «Recherche» (bases de temps A et B alternées) et en mode base de temps B seule, l'appareil conserve le dernier réglage LEVEL (bord gauche de la grille) en rapport avec la base de temps A lorsque la base de temps B passe en mode déclenché (menu Base de temps: déclenchement B sur front montant ou descendant). Le bouton de réglage LEVEL A/B sert ensuite à régler le point de déclenchement de la base de temps B et un deuxième symbole de point de déclenchement s'affiche auquel est associée la lettre B.

**19.2 Mode FFT**
Le bouton FFT-Marker permet de déplacer le marqueur (symbole «X») sur la plage de fréquences, il suit alors le spectre affiché. La fréquence correspondant à l'emplacement du marqueur s'affiche en même temps dans le Readout sous la forme «MX:xxxMHz» ainsi que le niveau sous la forme «MY: xxxdB» ou «MY:xxxV».

## [20] MODE (touche)

Cette touche affiche le menu «Déclenchement» qui permet de sélectionner les options Auto, Normal et Monocoup. «Front» déclenche sur toutes les formes de signal. En mode «Vidéo», la touche FILTER [21] offre des options de déclenchement spéciales pour les signaux vidéocomposites qui se composent d'images et d'impulsions de synchronisation.

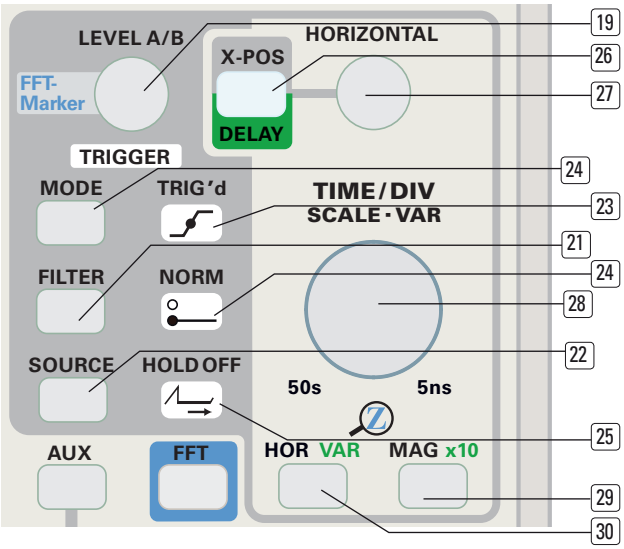
Les trois touches MODE [20], FILTER [21] et SOURCE [22] se rapportent au dispositif de déclenchement. Elles sont sans effet en mode XY, car les représentations XY ne sont pas déclenchées.

**20.1 Auto**
Il y a déclenchement automatique lorsque NORM [24] n'est pas allumé. En mode «Auto», le balayage horizontal (mode analogique) ou l'acquisition du signal (mode numérique) est lancé périodiquement par le déclenchement automatique, et ce même si aucun signal n'est présent ou si les réglages ne conviennent pas pour un déclenchement. Les signaux dont la fréquence est inférieure à la fréquence de répétition du déclenchement automatique ne peuvent pas être représentés synchronisés. Le déclenchement automatique a alors déjà démarré la base de temps ou l'acquisition avant que le signal lent n'ait rempli les conditions de déclenchement. Le déclenchement automatique peut avoir lieu avec ou sans détection de la valeur de crête. Le bouton LEVEL A/B [19] est actif dans les deux cas.

Avec le déclenchement sur valeur de crête, la plage de réglage du bouton LEVEL A/B [19] est limitée par les valeurs des crêtes négative et positive du signal de déclenchement. En l'absence de déclenchement sur valeur de crête, la plage de réglage LEVEL ne dépend plus du signal de déclenchement et le seuil peut alors être réglé trop haut ou trop bas. Le déclenchement automatique veille alors à ce qu'un signal soit toujours représenté, mais il n'est alors pas synchronisé.

L'activation ou non du déclenchement sur valeur de crête dépend du mode de fonctionnement et du FILTER (couplage de déclenchement) sélectionné. Le déclenchement automatique sur valeur de crête n'est opérationnel qu'avec le couplage de déclenchement AC. La configuration en présence est reconnaissable par le comportement du symbole du point de déclenchement en faisant tourner le bouton LEVEL.

**20.2 Normal**
La LED NORM [24] s'allume en déclenchement «Normal». En déclenchement normal, le déclenchement automatique et le déclenchement sur valeur de crête sont tous deux désactivés. Il n'y a pas de balayage horizontal en mode analogique en l'absence de signal de déclenchement ou si le réglage LEVEL est incorrect. En mode numérique, il n'y a pas d'acquisition du signal si la fonction «rol» ou «acquisition monocoup» n'est pas activée.
Contrairement au déclenchement automatique et du fait que celui-ci soit désactivé, il est également possible d'obtenir une représentation synchronisée de signaux à très basse fréquence. En mode numérique, le dernier signal acquis est conservé tant que les réglages de l'oscilloscope ne sont pas modifiés, par exemple pour lire le signal acquis par le biais de l'interface.




**20.3 Monocoup**
Le mode «Monocoup» permet de déclencher un balayage horizontal (mode analogique) ou une acquisition de signal (mode numérique) unique. Le déclenchement AUTO est désactivé, la touche RUN/STOP clignote et la LED NORM [24] s'allume tant qu'aucune acquisition complète n'a eu lieu.

Vous trouverez d'autres informations à ce sujet dans le descriptif de la touche RUN/STOP [6].

## [21] FILTER (touche)

Le menu qui s'affiche après avoir appuyé sur cette touche dépend de l'option choisie dans MODE [20] (Front, Vidéo ou Logique). Les touches MODE [20], FILTER [21] et SOURCE [22] sont sans effet en mode XY, car les représentations XY ne sont pas déclenchées.

**21.1 Menu: Front**
Le menu Front s'affiche en appuyant sur la touche FILTRE [21] si l'option Front est présente dans le menu Déclenchement invoqué avec MODE [20]. Vous trouverez plus d'informations dans la section «Couplage de déclenchement [Menu: FILTRE] sous la rubrique «Déclenchement et balayage horizontal» et sur la fiche technique de l'oscilloscope. Vous pouvez choisir l'une des options suivantes:

**Filtre décl.:**
- **AC:** Avec un couplage pour tension alternative, le signal de déclenchement parvient du dispositif de déclenchement par le biais d'un condensateur relativement grand afin d'obtenir une fréquence inférieure la plus basse possible. Le déclenchement sur valeur de crête est activé
  **Readout: «Tr: source, front, AC»**

- **DC:** Couplage pour tension continue du signal de déclenchement. Le déclenchement sur valeur de crête est désactivé.
  **Readout: «Tr: source, front, DC»**

- **HF:** Couplage pour haute fréquence avec un condensateur relativement petit, ce qui atténue les composantes à basse fréquence. Du fait du couplage de déclenchement HF, la trace et le signal de déclenchement ne sont plus identiques. Par conséquent, le symbole du point de déclenchement est «rangé» (mode numérique) dans une position Y fixe et le bouton LEVEL A/B [19] ne permet plus de le déplacer même si le point de déclenchement change. Le symbole du point de déclenchement n'est pas s'affiché en mode analogique. Le déclenchement sur valeur de crête est désactivé.
  **Readout: «Tr: source, front, HF»**

- **LF:** Couplage du signal de déclenchement par un filtre passe-bas pour supprimer les composantes haute fréquence du signal. Comme le couplage BF réduit de toute façon les composantes à haute fréquence du signal de déclenchement, la fonction de suppression du bruit est automatiquement désactivée (Off). Le déclenchement sur valeur de crête est désactivé.
  **Readout: «Tr: source, front, AC ou DC, LF»**

- **Suppress. bruit:** La suppression du bruit (Noise Reject = NR) fixe une fréquence limite supérieure plus basse de l'amplificateur de déclenchement et permet ainsi de réduire le bruit dans le signal de déclenchement.
  **Readout: «Tr: source, front, AC ou DC, NR»**

**21.1.2** Front
Le front choisi (SLOPE) détermine si le signal de déclenchement (tension de déclenchement) doit déclencher la base de temps ou l'acquisition sur un front Montant ou Descendant lorsque le signal atteint la tension de référence préalablement réglée avec le bouton LEVEL A/B [19].

En position «Les deux», chaque front provoque le déclenchement et permet ainsi l'affichage de «diagrammes en œil». En acquisition monocoup, l'option «Les deux» permet de déclencher sur un événement indépendamment du sens du front.

**21.2 Menu: Vidéo**
Le menu Vidéo s'affiche en appuyant sur la touche FILTRE [21] si l'option Vidéo est présente dans le menu Déclenchement invoqué avec MODE [20]. Vous trouverez plus d'informations dans la section «Vidéo [déclenchement sur signal TV] sous la rubrique «Déclenchement et balayage horizontal» et sur la fiche technique de l'oscilloscope. Vous pouvez choisir l'une des options suivantes:

**21.2.1** Image Ligne
Le déclenchement a lieu sur les impulsions de synchronisation d'image ou de ligne, suivant le réglage courant. Les autres options du menu changent en même temps que le mode.
Readout: «Tr: source, TV»

**Image:**
- **Toutes:** avec cette option, le démarrage de la base de temps peut être déclenché par les impulsions de synchronisation de chaque trame.
- **Paires:** seules les impulsions de synchronisation des trames paires peuvent déclencher la base de temps.
- **Impaires:** seules les impulsions de synchronisation des trames impaires peuvent déclencher la base de temps.

**Ligne:**
- **Toutes:** avec cette option, chaque impulsion de synchronisation de ligne peut déclencher la base de temps.
- **N° de ligne:** Le bouton INTENS permet de déterminer le numéro de ligne dont l'impulsion de synchronisation doit déclencher la base de temps.
- **Ligne mini.:** Une pression sur cette touche active le plut petit numéro de ligne possible.

**21.2.2** Norme
La touche de fonction permet de sélectionner les signaux vidéo à 525 lignes et une fréquence d'image (de trame) de 60 Hz (par. ex. NTSC) ou à 625 lignes et une fréquence d'image (de trame) de

50 Hz (par. ex. PAL). Le «N° de ligne» change automatiquement en passant d'un format à l'autre.

**21.2.3** Polarité
Les signaux vidéo peuvent se présenter avec une polarité positive ou négative. Le terme polarité décrit la position du contenu de l'image et de la ligne par rapport aux impulsions de synchronisation. Ce paramètre est important pour le déclenchement, car la base de temps ne doit pas être démarrée par le contenu de l'image, mais par les impulsions de synchronisation qui, contrairement au contenu de limage, ne changent pas.

Avec une polarité positive, les valeurs de la tension du contenu de l'image sont plus positives que celles de l'impulsion de synchronisation et l'inverse avec une polarité négative.

Si la polarité est mal réglée, le signal n'est pas synchronisé, peut ne pas apparaître ou ne pas être rafraîchi.

## 22 SOURCE (touche)

Le menu qui s'affiche après avoir appuyé sur cette touche dépend de l'option choisie dans MODE 20 (Front, Vidéo ou Logique). Les touches MODE 20, FILTER 21 et SOURCE 22 sont sans effet en mode XY, car les représentations XY ne sont pas déclenchées.

**22.1 Déclenchement Front/Vidéo**
Le menu «Source décl.» permet de définir l'entrée d'où provient le signal de déclenchement. Les options possibles dépendent du mode de fonctionnement courant de l'oscilloscope.

**22.1.1** CH1
Conditions: mode analogique ou numérique, déclenchement «Front» ou «Vidéo».
La voie 1 sert de source de déclenchement, et ce qu'elle soit affichée ou non. Après être passé par le couplage d'entrée et l'atténuateur, le signal qui y est appliqué parvient au dispositif de déclenchement.
**Readout: «Tr:CH1, front, filtre»**

**22.1.2** CH2
Conditions: mode analogique ou numérique, déclenchement «Front» ou «Vidéo».
La voie 2 sert de source de déclenchement, et ce qu'elle soit affichée ou non. Après être passé par le couplage d'entrée et l'atténuateur, le signal qui y est appliqué parvient au dispositif de déclenchement.
**Readout: «Tr:CH2, front, filtre»**

**22.1.3** Alt. 1/2
Conditions: mode analogique, déclenchement «Front»
Déclenchement alterné avec les signaux des voies 1 et 2. Le fonctionnement est décrit dans la section «Déclenchement alterné» sous «Déclenchement et balayage horizontal».

En double trace (DUAL), le déclenchement alterné suppose également l'inversion alternée des voies. Si l'appareil se trouve en mode «choppé» (touche VERT/XY 32 > DUAL chop), il bascule automatiquement en mode «DUAL alterné». L'appareil bascule automatiquement en mode «DUAL choppé» ou peut être mis dans ce mode lorsque «Alt. 1/2» est désactivé.
**Readout: «Tr:alt, front, filtre»**

**22.1.4** Externe
Le signal de déclenchement provient de l'entrée de déclenchement externe de la AUXILIARY INPUT 38).
**Readout: «Tr:ext, front, filtre»**

**22.1.5** Secteur
En déclenchement secteur, le signal de déclenchement provient de la tension secteur qui alimente l'oscilloscope.
Voir aussi «Déclenchement secteur» sous «Éléments de commande et Readout».
**Readout: «Tr:Line, front»**

## 23 Indicateur TRIG`d (pas en mode XY)

Ce témoin s'allume lorsqu'un signal de déclenchement est présent. Le mode d'allumage (clignotement ou constant) du témoin dépend de la fréquence du signal de déclenchement.

## 24 Indicateur NORM

Ce témoin s'allume en sélectionnant un déclenchement «Normal» ou «Monocoup» dans le menu «Déclenchement» (touche MODE 20). Le déclenchement automatique est alors désactivé et le démarrage de la base de temps ou de l'acquisition du signal n'a alors lieu qu'en présence d'un signal de déclenchement qui remplit les conditions de déclenchement.

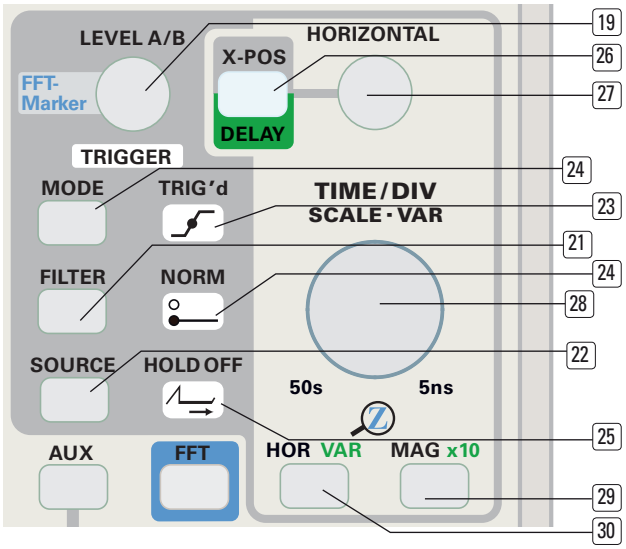
## 25 Indicateur HOLD OFF
(mode analogique seulement)

Ce témoin s'allume lorsque la durée d'inhibition (HOLD Off) est réglée à une valeur > 0 %. Pour pouvoir modifier la durée d'inhibition avec le bouton INTENS, il faut préalablement afficher le menu «Base de temps» avec la touche HOR 30. La durée d'inhibition ne concerne que la base de temps A.

Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans le paragraphe «Réglage de la durée d'inhibition» de la section «Déclenchement et balayage horizontal».

## 26 X-POS DELAY (touche) pas en mode FFT
Cette touche permet de modifier la fonction du bouton HORIZONTAL 27 qui lui est associé.

**26.1 Mode analogique**
La touche indique la fonction courante correspondant à l'inscription en face avant:
éteinte = réglage de la position horizontale de la trace
verte = réglage du temps de retard



**26.1.1** X-POS
Lorsque la touche n'est pas allumée, le bouton HORIZONTAL [27] sert alors à régler la position horizontale de la trace.
Cette fonction est notamment intéressante en combinaison avec l'expansion horizontale (MAG. x10). Contrairement à la représentation sans expansion, avec la fonction MAG. x10 [29] seule une section (un dixième) du signal est représentée sur 10 cm. Le bouton HORIZONTAL [27] permet de sélectionner la partie de la trace grossie qui doit être visible.

**26.1.2** DELAY
Après avoir invoqué le menu «Base de temps» avec la touche HOR VAR [30] et sélectionné «Rechercher» (mode bases de temps A et B alternées) ou «B seule» (base de temps B), la fonction du bouton HORIZONTAL [27] peut être permutée par une pression sur cette touche. Si la touche est allumée, le bouton sert à régler le temps de retard. En mode bases de temps A et B alternées (recherche), le temps de retard du démarrage de la base de temps B par rapport à la base de temps A est affiché deux fois:

a) Dans le Readout avec Dt:... (Delay time = temps de retard). Le temps indiqué se rapporte au calibre de la base de temps A.
b) L'intervalle entre le début de la base de temps A et le début du secteur clair sur la trace de la base de temps A.

Avec l'option «B seule», seule la base de temps B est affichée et, de ce fait, uniquement le temps de retard mentionné au point a).

**26.2 Mode numérique**
La touche indique la fonction courante correspondant à l'inscription en face avant:

éteinte = réglage de la position horizontale du point de déclenchement pour le réglage du temps de post- et de prédéclenchement.
verte = réglage du temps de retard pour la position du grossissement horizontal.

**26.2.1** Retard X-POS
Lorsque la touche n'est pas allumée, le bouton HORIZONTAL [27] sert alors à régler la position horizontale du point de déclenchement et permet d'effectuer un positionnement horizontal du symbole du point de déclenchement. Cela permet d'afficher des portions de signal avant ou après l'instant du déclenchement: prédéclenchement ou post-déclenchement. Si le symbole du point de déclenchement se trouve au centre de l'écran, le Readout affiche «Tt:0s», une indication qui se rapporte toujours à la ligne verticale centrale de la grille. Les valeurs négatives signalent un prédéclenchement et les valeurs sans signe un post-déclenchement.

Une pression sur la touche X-POS DELAY affiche le menu «Bouton Hor.» qui contient les fonctions suivantes:

a) Centre: une pression sur la touche de fonction «Centre» fixe le temps de retard ou la position du point de déclenchement à «Tt:0s», ce qui correspond au réglage par défaut.
b) Grossier On Off: facilite le réglage du temps de retard avec le bouton HORIZONTAL [27]

**26.2.2** DELAY «Pos. Zoom»
Après avoir invoqué le menu «Base de temps» avec la touche HOR VAR [30] et sélectionné «Rechercher», la touche s'allume et le bouton HORIZONTAL [27] permet alors de sélectionner la portion de la trace (non expansée) qui doit être affichée expansée.

La fonction «Rechercher» affiche simultanément la portion expansée et la trace non expansée, lorsqu'aucun signal de référence ou mathématique n'est activé. La portion expansée du signal est identifiée par un secteur clair sur la trace non expansée. La longueur du secteur clair peut être modifiée avec le calibre de la base de temps (TIME/DIV [28]), affiché dans le Readout par «Z:...» et la position horizontale avec le bouton HORIZONTAL [27].

## [27] HORIZONTAL (bouton)

Ce bouton possède différentes fonctions qui dépendent du mode de fonctionnement et qui sont décrites au point [26] Touche X-POS DELAY.

**FFT (mode numérique)**
Comme en mode Yt, le bouton sert à régler la position horizontale (X) et déplace le spectre dans le sens horizontal, ce qui modifie en même temps le réglage de la fréquence centrale dans le Readout.

## [28] TIME/DIV-SCALE-VAR (bouton)

Ce bouton permet de sélectionner calibre de la base de temps et possède plusieurs fonctions qui dépendent du mode de fonctionnement. Ce bouton est désactivé en mode XY analogique.

**28.1 Mode analogique**

**28.1.1** Réglage du calibre de la base de temps A
Cette fonction est disponible lorsque la fonction «A seule» est sélectionnée dans le menu «Base de temps» (touche HOR VAR [30]) et que l'option «A variable» est désactivée (Off).

Tournez le bouton vers la gauche pour augmenter le calibre de la base de temps A, vers la droite pour le réduire. Les calibres disponibles sont compris entre 500 ms/div. et 50 ns/div. selon une séquence 1-2-5. Le calibre est indiqué par le Readout (par ex. «A:50ns») et il est calibré. Le signal est représenté avec une vitesse de balayage plus ou moins élevée en fonction du calibre sélectionné.

**28.1.2** Réglage du calibre de la base de temps B
Cette fonction est disponible lorsque la fonction «Rechercher» ou «B seule» est sélectionnée dans le menu «Base de temps» (touche HOR VAR[30]) et que l'option «B variable» est désactivée (Off).

Tournez le bouton vers la gauche pour augmenter le calibre de la base de temps B, vers la droite pour le réduire. Les calibres disponibles sont en principe compris entre 20 ms/div. et 50 ns/div. selon une séquence 1-2-5. Le calibre est indiqué par le Readout (par ex. «B:50ns») et il est calibré. Le signal est représenté avec une vitesse de balayage plus ou moins élevée en fonction du calibre sélectionné.

La base de temps B doit permettre une représentation expansée dans le temps des portions du signal que la base de temps A représente non expansées. Cela veut dire que la vitesse de balayage horizontale de la base de temps B doit toujours être supérieure à celle de la base de temps A. À l'exception de la position 50 ns/div., la base de temps B ne peut pas se trouver sur le même calibre que la base de temps A, mais au moins un calibre plus bas (par ex. A:500 ns/div., B:200 ns/div.).

Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans le paragraphe «Base de temps B (2ème base de temps) / déclenchement retardé (mode analogique)» de la section «Déclenchement et balayage horizontal».

**28.1.3** Réglage (fin) variable
Le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR [28] peut également faire office de vernier de réglage fin du coefficient de balayage horizontal à la place de la séquence 1-2-5. Dans ce cas, «VAR» s'allume dans la touche HOR VAR [30] et signale ainsi la fonction vernier du bouton.

Cette fonction de vernier peut être activée dans le menu «Base de temps» invoqué avec la touche HOR VAR [30]. L'option affichée «A variable On Off» ou «B variable On Off» dépend de la base de temps sélectionnée (A ou B) et peut être activée (On) ou désactivée (Off) avec la touche de fonction.

Lorsque la fonction «VAR» est disponible, la base de temps n'est pas calibrée et le Readout affiche le calibre avec un caractère «>» à la place de «:» (par ex. «A>500ns» et «B>200ns).
Les résultats des mesures du temps ou de la période au curseur sont eux aussi identifiés.

**28.2 Mode numérique Yt**

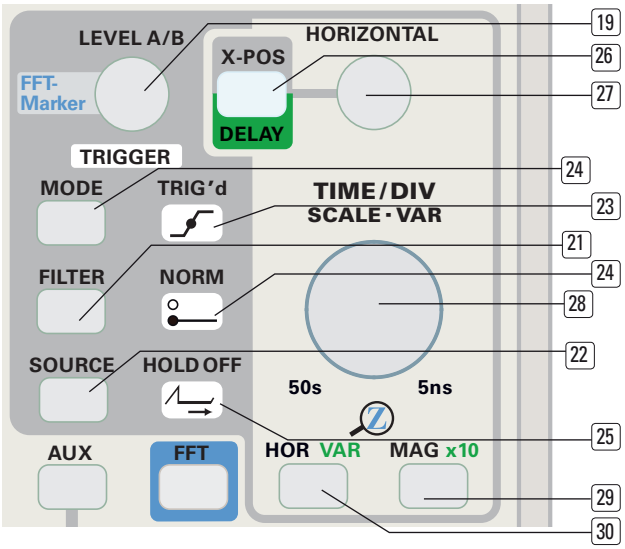
**28.2.1** Zoom Off (réglage du calibre de la base de temps A)

Lorsque la fonction «Zoom» (touche HOR VAR [30]) est désactivée (Off), le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR [28] a la même fonction qu'en mode analogique, à savoir le réglage du calibre de la base de temps A. Avec «Zoom Off», l'intégralité de la mémoire est toujours affichée. La totalité de la mémoire ne peut être affichée qu'aux calibres lents de la base de temps, seules des portions sont représentées aux calibres rapides. Les limites dépendant du nombre de voies, du déclenchement normal ou monocoup. Tournez le bouton vers la gauche pour augmenter le calibre de la base de temps A, vers la droite pour le réduire. Les calibres disponibles sont compris entre 50 s/div. et 5 ns/div. selon une séquence 1-2-5, suivant l'acquisition/représentation du signal. Le calibre est indiqué par le Readout (par ex. «A:50ns») et il est toujours calibré, car contrairement au mode analogique il n'existe pas de fonction de réglage fin.

**28.2.2** Rechercher / Zoom seul (réglage du calibre de la base de temps de la fonction Zoom)
L'une de ces fonctions est activée dans le menu «Base de temps» (touche HOR VAR [30]) avec «Rechercher» ou «Zoom seul». L'appareil affiche alors sur toute la largeur de l'écran une portion (expansée) du signal représenté avec «Zoom Off» (comparable à la base de temps A). Cela est possible car l'acquisition/représentation du signal est réalisée avec une mémoire de très grande taille dont le contenu est affiché dans son intégralité avec «Zoom Off». La fonction «Rechercher» affiche la trace complète et la portion expansée alors que «Zoom seul» n'affiche que la portion expansée.

L'expansion produit un coefficient de balayage horizontal pour la trace expansée, lequel est affiché dans la Readout par «Z:...». Tournez le bouton vers la gauche pour augmenter le calibre de la base de temps «Zoom», vers la droite pour le réduire. Les calibres disponibles peuvent ici être compris entre 20 s/div. et 5 ns/div. selon une séquence 1-2-5, suivant le réglage courant de la base de temps A (Zoom Off). Les facteurs d'expansion réellement possibles sont différents et dépendant du calibre réglé sur la base de temps A.

**28.3 Mode numérique XY**
Comme le mode XY n'est pas déclenché, tous les éléments de commande qui concernent le déclenchement (LEVEL A/B [19], MODE [20], FILTER [21] et SOURCE [22] sont désactivés dans ce mode. Il en est de même de la fonction ZOOM (HOR VAR [30] et X-POS DELAY [26]), l'expansion horizontale (MAG x10) et toutes les autres fonctions sans intérêt en mode XY.




**Attention !**
**Le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR [28] est actif, car il faut pouvoir régler le taux d'échantillonnage en raison de l'échantillonnage nécessaire en mode numérique. Seul le taux d'échantillonnage s'affiche alors dans le Readout, aucun calibre de base de temps.**

Il est recommandé de régler le taux d'échantillonnage en mode Yt et après seulement de passer en mode XY. Le taux d'échantillonnage est approprié lorsqu'au moins une période complète de chaque signal s'affiche en mode Yt. Une augmentation du nombre de périodes du signal affichées entraîne une dégradation de la représentation du signal en mode XY.

**28.4 FFT (mode numérique)**

**28.4.1** Remarque préliminaire:
Pour éviter l'affichage d'un spectre de fréquences incorrect en mode FFT, il faut vérifier avant de basculer dans ce mode si le signal Yt convient pour une conversion en FFT, ce qui veut dire que le calibre de la base de temps (taux d'échantillonnage) doit permettre la représentation d'au moins une période complète du signal. D'un autre côté, le taux d'échantillonnage ne doit pas non plus être trop faible au risque de provoquer l'affichage de signaux dits fantômes.

En présence de signaux complexes, la contrainte «au moins une période complète du signal» s'applique à la fréquence la plus faible présente dans le signal total. L'indication «ALF?» en bas à droite dans le Readout signale un taux d'échantillonnage éventuellement trop faible.

Vous pouvez éviter ces problèmes en appuyant sur la touche AUTOSET [11] avant de passer en mode FFT ou pendant celui-ci.

**28.4.2** Mise à l'échelle:
Le réglage de la fréquence centrale et de l'excursion en mode Yf s'effectue automatiquement à partir du taux d'échantillonnage réglé en mode Yt. Les trois paramètres (taux d'échantillonnage Yt ou fréquence d'échantillonnage Yf, fréquence centrale et excursion) sont affichés dans le Readout. La fréquence maximale pouvant être représentée théoriquement ($f_{max}$) résulte du taux d'échantillonnage (Yt) ou de la fréquence d'échantillonnage (Yf) réglée. Selon le théorème d'échantillonnage de Nyquist-Shannon, il faut échantillonner la fréquence maximale à représenter ($f_{max}$) à une fréquence supérieure à 2 x $f_{max}$. Par conséquent, avec un taux d'échantillonnage de 1 GSa/s, ce qui correspond à une

fréquence d'échantillonnage de 1 GHz, la fréquence maximale pouvant être représentée est inférieure à 1 GHz/2 = 500 MHz, c'est-à-dire inférieure à 500 MHz. En pratique, il faut tenir compte de la bande passante de l'oscilloscope (par exemple 100 MHz -3 dB), ce qui veut dire que la tension mesurée à 100 MHz est seulement égale à 0,707 fois la valeur réelle. Cette erreur augmente aux fréquences plus élevées.

La fréquence centrale est la fréquence correspondant à la ligne verticale de la grille qui se trouve au centre de l'écran. Elle est en relation directe avec l'excursion, laquelle définit l'étendue en fréquence de l'affichage entre le bord gauche et le bord droit de la grille. L'indication «Center:10.00MHz» et «Span:20.0MHz» signifie que la plage de fréquences représentée a une étendue de 20 MHz, la fréquence au centre de l'écran étant de 10 MHz, ce qui veut dire que la fréquence au bord gauche de la grille est de 0 Hz et au bord droit de la grille presque de 20 MHz. La fréquence d'échantillonnage est ici de 40 MHz (Readout: 40 MSa). Tous les paramètres mentionnés précédemment supposent que la fonction zoom FFT n'est pas activée (*1).

## 29 **MAG x10** (touche)

Une pression sur cette touche active ou désactive l'expansion horizontale x10, mais uniquement en mode analogique. Aucun menu ne s'affiche.

La touche MAG x10 allumée indique l'expansion horizontale x10 de la trace. Les calibres applicables de la base de temps sont alors affichés en haut à gauche dans le Readout. L'expansion horizontale x10 agit comme suit, suivant le mode de fonctionnement de la base de temps:

**29.1 A seule** (Base de temps)
Le calibre de la base de temps est divisé par 10 et la trace subit simultanément une expansion x10 dans le sens horizontal.

**29.2 Rechercher** (bases de temps A et B alternées)
La trace représentée avec la base de temps A et le calibre de cette dernière ne changent pas. Le calibre de la base de temps B est divisé par 10 et la trace de celle-ci subit une expansion x10 dans le sens horizontal.

**29.3** B seule (Base de temps)
Le calibre de la base de temps est divisé par 10 et la trace subit simultanément une expansion x10 dans le sens horizontal.

## 30 **HOR VAR** (touche)

Une pression sur cette touche affiche le menu «Base de temps» dont le contenu dépend du mode de fonctionnement courant.

**30.1 Mode analogique**
Les fonctions suivantes sont possibles:

**30.1.1** A seule
Seule la base de temps A est activée avec ce réglage et le Readout indique uniquement «A...» en haut à gauche. Le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR 28 agit alors seulement sur la base de temps A. La touche MAG x10 29 permet d'appliquer une expansion horizontale de la trace, c'est-à-dire de réduire le calibre de la base de temps.

Si vous passez du mode base de temps A en mode «Rechercher» ou base de temps «B seule», tous les réglages concernant la base de temps A, y compris le déclenchement, sont conservés.

**30.1.2** Rechercher
Les bases de temps sont alternées dans ce mode de fonctionnement. Le Readout affiche alors les calibres des deux bases de temps («A...» et «B...») et le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR n'agit que sur la base de temps B.

En mode bases de temps alternées, une portion de la trace de la base de temps A apparaît plus claire. La position horizontale du secteur éclairci peut être modifiée avec le bouton HORIZONTAL 27 si la touche X-POS DELAY 26 est allumée et affiche ainsi DELAY. Le calibre de la base de temps B détermine la largeur du secteur éclairci. Les portions de signal représentées dans ce secteur sont affichées sur toute la largeur de l'écran avec la base de temps B, c'est-à-dire avec une expansion horizontale.

La position verticale du signal représenté dépend si celui-ci est affiché avec la base de temps A ou B. La conséquence est que les signaux représentés en alternance avec les bases de temps A et B peuvent difficilement être analysés, car les deux traces ont la même position verticale.

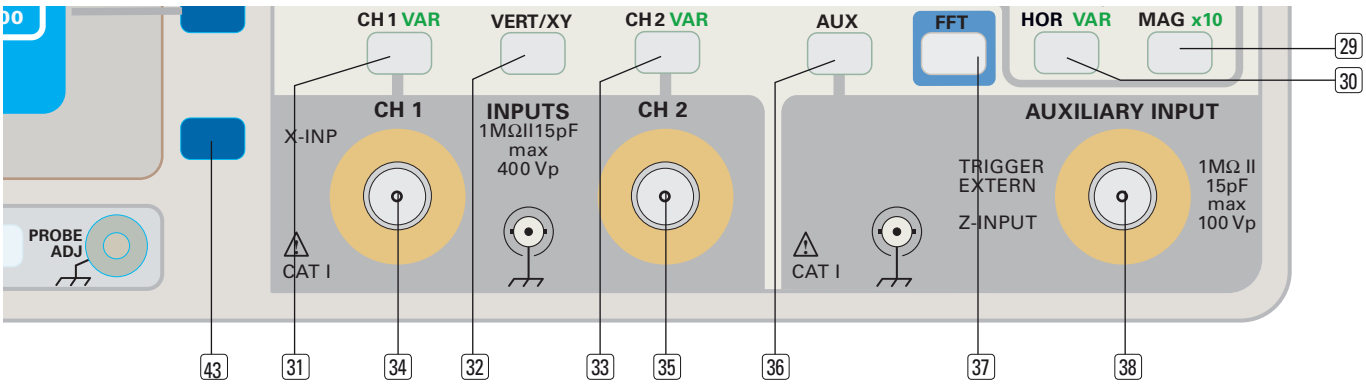
Ce problème peut être résolu en modifiant la position verticale de la trace de la base de temps B. Pour ce faire, affichez le menu «Pos./Échelle» avec la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM 15 et appuyez sur la touche de fonction «TB B» pour attribuer au bouton POSITION 1 13 la fonction de séparateur de traces (voir 13.1.5 Position Y – 2ème base de temps). Comme la séparation de traces n'est nécessaire qu'en mode «Rechercher», cette fonction n'est proposée que dans ce mode de fonctionnement de la base de temps.
L'expansion horizontale MAG x10 est également possible en mode «Rechercher», mais elle n'agit que sur la base de temps B.

**30.1.3** B seule
Seule la base de temps B est activée avec ce réglage et le Readout indique uniquement «B...» en haut à gauche. Le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR 28 agit alors seulement sur la base de temps B. La touche MAG x10 29 permet d'appliquer une expansion horizontale de la trace, c'est-à-dire de réduire le calibre de la base de temps.

**30.1.4** Décl. B Front
Lorsque cette fonction est sélectionnée, la base de temps B ne démarre pas automatiquement après écoulement du temps de retard réglé, mais seulement en présence d'un signal de déclenchement approprié, dans ce cas un signal présentant un front montant.
Le bouton LEVEL A/B 19 (déclenchement) agit alors sur le dispositif du déclenchement de la base de temps B. Les paramètres par défaut sont ici Déclenchement normal et Couplage DC. Les paramètres de déclenchement sélectionnés pour la base de temps A (réglage LEVEL, déclenchement automatique ou normal, sens du front et couplage) sont mémorisés et conservés.

En plus du temps de retard («Dt:...»), le Readout affiche le déclenchement B activé (BTr: front, DC).
Si la base de temps est en mode «Rechercher», le symbole du point de déclenchement est précédé de la lettre «B» et la modification du temps de retard n'est alors plus continue, mais le secteur clair «saute» de front en front si plusieurs fronts sont présents.

En mode bases de temps alternées, si le symbole du seuil de déclenchement B se trouve à l'extérieur de la trace de la base de temps A, la base de temps B ne sera pas déclenchée. Pas conséquent, il n'y a aucune représentation de la base de temps B. Le comportement est identique en mode base de temps B (seule).




**30.1.5** Décl. B Front
À l'exception du sens du front (descendant au lieu de montant), l'oscilloscope se comporte de manière identique à la description du point 30.1.4.

**30.1.6** Décl. B Off
La base de temps B démarre dès qu'un temps de retard réglé est écoulé (base de temps B «Roue libre»). Les modifications du temps de retard apparaissent sous la forme d'un changement continu de la position du secteur clair («Rechercher») ou du début de la trace.
Comme le dispositif de déclenchement de la base de temps B est sans effet, les éléments de commande agissent sur celui de la base de temps A.

**30.1.7** A Variable – On Off
Lorsque cette fonction est activée (On), le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR [28] sert de vernier de réglage fin pour la base de temps A. Cette fonction n'apparaît dans le menu qu'en mode base de temps «A seule».
Vous trouverez un descriptif complet dans la section «28.1.3 Réglage (fin) variable».

**30.1.8** B Variable – On Off
Lorsque cette fonction est activée (On), le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR [28] sert de vernier de réglage fin pour la base de temps B.
Vous trouverez un descriptif complet dans la section «28.1.3 Réglage (fin) variable».

**30.1.9** Durée d'inhibition ... %
Le bouton INTENS permet de régler la durée d'inhibition entre 0 et 100 %. Les valeurs supérieures à 0 % augmentent le temps d'attente pendant lequel aucun nouveau balayage horizontal ne peut être déclenché après le retour de trame. L'indicateur HOLD OFF [25] est en même temps allumé. La durée d'inhibition ne concerne que la base de temps A.

Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans le paragraphe «Réglage de la durée d'inhibition» de la section «Déclenchement et balayage horizontal».

**30.2 Mode numérique**
Le menu «Zoom» permet de sélectionner les fonctions suivantes qui concernent la base de temps:

**30.2.1** Off
Seule la base de temps A est activée et le Readout indique uniquement «A...» en haut à gauche. Le calibre de la base de temps se règle avec le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR [28].

**30.2.2** Rechercher
Une portion de la trace affichée avec la base de temps A apparaît plus lumineuse (secteur clair). La portion éclaircie du signal est affichée sur toute la largeur de l'écran, c'est-à-dire avec une expansion horizontale, lorsqu'aucun signal de référence ou mathématique n'est activé.
La position horizontale du secteur éclairci peut être modifiée avec le bouton HORIZONTAL [27] si la touche X-POS DELAY [26] est allumée et affiche ainsi DELAY. Le calibre de la base de temps Z détermine la largeur du secteur éclairci.

La position verticale du signal représenté dépend si celui-ci est affiché avec la base de temps A ou B. La conséquence est que les signaux représentés avec la base de temps A et Z peuvent difficilement être analysés, car les deux traces ont la même position verticale. Ce problème peut être résolu en modifiant la position verticale de la trace de la base de temps Z. Pour ce faire, affichez le menu «Pos./Échelle» avec la touche CH1/2–CURSOR–MA/REF–ZOOM [15] et appuyez sur la touche de fonction «Zoom» pour attribuer au bouton POSITION 1 la fonction de séparateur de traces (voir 13.1.5 Position Y – 2ème base de temps). Comme la séparation de traces n'est nécessaire qu'en mode «Rechercher», cette fonction n'est proposée que dans ce mode de fonctionnement de la base de temps.

**30.2.3** Zoom seul
Seule la base de temps Z est activée avec ce réglage et le Readout indique uniquement «Z...» en haut à gauche. Le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR [28] agit alors seulement sur la base de temps B.

## [31] CH1 / VAR (touche)

Cette touche affiche le menu «CH1» qui contient les commandes suivantes, lesquelles se rapportent à l'entrée de la voie 1 (CH1 [34]) ou à la trace du signal qui y est appliqué:

**31.1 AC DC**
Une pression sur cette touche permet de modifier le couplage du signal de la voie 1 (couplage d'entrée) de AC en DC ou inversement. Le réglage courant est affiché par le Readout à la suite des calibres par le symbole ~ (tension alternative) ou = (tension continue).

**31.1.1** Couplage d'entrée DC
Toutes les composantes du signal (alternatives et continues) sont transmises par liaison galvanique de la borne intérieure de la prise BNC [34] à l'amplificateur de mesure en passant par l'atténuateur (réglage du calibre) et il n'existe pas de fréquence limite inférieure. L'atténuateur est conçu pour que, quelle que soit sa position, la résistance d'entrée de l'oscilloscope au courant continu soit de 1 MΩ entre la borne intérieure de la prise BNC [34] et la borne de masse de celle-ci (borne extérieure).

**31.1.2** Couplage d'entrée AC
La tension d'entrée est acheminée de la borne intérieure de la prise BNC [34] à l'atténuateur (réglage du calibre) et ensuite

à l'amplificateur de mesure par le biais d'un condensateur. Le condensateur et la résistance d'entrée de l'oscilloscope forment un filtre passe-bas (différentiateur) dont la fréquence de coupure est d'environ 2 Hz. À proximité de la fréquence de coupure, ce différentiateur influence la forme ou l'amplitude du signal représenté.

Les tensions continues ou les composantes continues des signaux mesurés ne franchissent pas le condensateur de couplage. Les variations de tension continue entraînent des décalages de la position en raison de la décharge du condensateur. La position initiale du signal est rétablie une fois que le condensateur a été chargé à la nouvelle tension.

**31.2 Masse (GND) On Off**
Chaque pression sur la touche active ou désactive l'entrée de la voie 1.

Lorsque l'entrée est désactivée (GND = masse), le Readout affiche le symbole de la terre derrière le calibre, là où apparaissait précédemment le couplage d'entrée. Le signal appliqué à l'entrée est alors déconnecté et seule apparaît une ligne horizontale (en déclenchement automatique) non déviée dans le sens vertical et qui peut servir de ligne de référence de masse (0 volt).

Le Readout affiche cependant aussi un symbole qui représente la position de référence (0 volt). Celui-ci se trouve environ 4 mm à gauche de la ligne vertical central de la grille. L'amplitude d'une tension continue peut être déterminée en se basant sur la position 0 V préalablement déterminée. Pour ce faire, il faut reconnecter l'entrée et effectuer la mesure avec un couplage d'entrée DC.

**31.3 Inversion On Off** (non disponible en mode XY analogique)
Une pression sur cette touche de fonction permet de basculer entre la représentation inversée et non inversée du signal de la voie 1. Lorsque la représentation est inversée, le Readout affiche un tiret au-dessus de l'indicateur de voie (CH1) et le signal représenté est retourné de 180°. Le signal de déclenchement «interne» dérivé du signal mesuré n'est pas inversé.

**31.4 Sonde**
Le contenu du menu dépend du type de sonde connectée: avec ou sans détection automatique du rapport d'atténuation. Les paramètres courants sont pris en compte lors de l'affichage des mesures de tension.

**31.4.1** Si la sonde connectée est un modèle HAMEG avec détection automatique du rapport d'atténuation, le terme «Sonde» est affiché avec une luminosité normale et le facteur d'atténuation (par ex. «*10») apparaît au-dessous.

**31.4.2** Si la sonde connectée ne permet pas la détection du rapport d'atténuation et que vous affichez le menu «CH1», le terme «Sonde» apparaît avec le dernier facteur d'atténuation réglé ainsi que le symbole du codeur rotatif. Une pression sur la touche de fonction correspondante affiche «Sonde» avec une luminosité accrue et la touche FOCUS/TRACE/MENU [3] s'allume en continu. Vous pouvez alors sélectionner le facteur d'atténuation qui correspond à celui de la sonde connectée à l'aide du bouton INTENS [2].

**31.5 Variable On Off**
La touche CH1 VAR [31] est allumée en position «On». Le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR [16] de CH1 sert alors de vernier de réglage fin et permet de varier continuellement le calibre sur toute la plage et ainsi l'amplitude du signal représenté. En position non calibrée, le Readout affiche le symbole «>» avant le calibre et «:» en position calibrée. Les résultats des mesures automatiques et de la tension sont eux aussi identifiés.

Après avoir appuyé sur la touche de fonction pour basculer de «Variable On» à «Variable Off», le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR [16] de CH1 est de nouveau calibré et permet de sélectionner le calibre selon la séquence 1-2-5.

## [32] VERT/XY (touche)

Une pression sur cette touche affiche ou masque le menu «Vertical» dans lequel vous pouvez sélectionner les modes de fonctionnement ainsi que la bande passante de l'amplificateur de mesure.

**32.1 CH1**
Avec l'option «CH1», l'appareil fonctionnement en mode Yt (base de temps) et seule la voie 1 est représentée. Cela s'applique également aux paramètres affichés par le Readout (calibre, inversion, calibrage et couplage d'entrée).

Bien que la voie 2 ne soit pas représentée, elle peut servir d'entrée pour un signal de déclenchement «interne». Les éléments de commande en rapport avec celle-ci sont opérationnels même s'ils ne sont pas affichés dans le Readout.

**32.2 CH2**
Avec l'option «CH2», l'appareil fonctionnement en mode Yt (base de temps) et seule la voie 2 est représentée. Cela s'applique également aux paramètres affichés par le Readout (calibre, inversion, calibrage et couplage d'entrée).

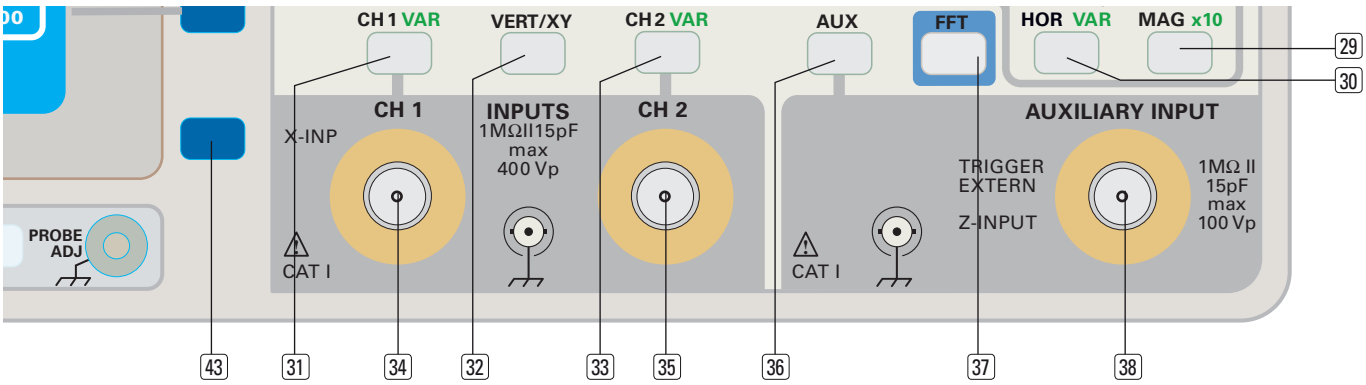
Bien que la voie 1 ne soit pas représentée, elle peut servir d'entrée pour un signal de déclenchement «interne». Les éléments de commande en rapport avec celle-ci sont opérationnels même s'ils ne sont pas affichés dans le Readout.

**32.3.1** DUAL alt chop (mode analogique seulement)
En mode DUAL (double trace), les deux voies sont affichées et leurs calibres apparaissent dans le Readout. Le mode d'affichage des deux voies est indiqué entre les calibres. «alt» correspond à la commutation alternée et «chp» choppée des voies. Le mode de commutation des voies est prédéfini automatiquement par le calibre de la base de temps, mais il peut également être modifié avec la touche de fonction (mode choppé de 500 ms/div. à 500 µs/div. et mode alterné entre 200 µs/div. et 50 ns/div., sans expansion horizontale MAG x10).

En mode choppé, les deux voies 1 et 2 sont permutées continuellement, indépendamment du calibre de la base de temps, et les deux signaux semblent apparaître simultanément du fait de la fréquence de permutation élevée.

En mode alterné, une seule voie est représentée pendant un cycle de balayage horizontal et la voie suivante pendant le cycle suivant. La vitesse de balayage horizontal donne lieu à une fréquence de permutation tellement élevée que les deux voies semblent être affichées simultanément.

**32.3.2** DUAL (mode numérique)
En mode double trace (DUAL=), chaque voie dispose de son propre convertisseur analogique/numérique. Les signaux des voies 1 et 2 sont acquis et représentés simultanément, chacun avec son propre convertisseur A/N.
Contrairement au mode analogique, il n'existe ici ni mode choppé (chop) ni mode alterné (alt) et l'information correspondante n'apparaît donc pas dans le Readout.
FFT: DUAL n'est pas proposé en combinaison avec FFT.




**32.4 ADD**
En mode addition (Add), les signaux des voies 1 et 2 sont additionnés ou soustraits et le résultat (somme ou différence algébrique) est représenté sous la forme d'un seul signal. La trace peut être déplacée à l'aide du bouton POSITION 1 ou POSITION 2, mais un seul symbole «0 volt» est affiché.

**Il n'y a qu'en mode numérique que la fin de la trace est identifiée par «1+2».**

Ce mode est indiqué par le symbole de l'addition «+» entre les calibres des voies 1 et 2. Le résultat des mesures de tension automatiques et au curseur n'est juste que si les calibres verticaux des deux voies sont identiques. Le cas contraire, l'indication « CH1<>CH2 » s'affiche à la place du résultat de la mesure lors d'une mesure de tension automatique et au curseur. Les mesures automatiques de tension sont en principe impossibles à réaliser en mode addition sauf lorsque le réglage de division est le même pour les deux canaux. Par conséquent, l'indicateur de valeur mesurée affiche «s/o» pour «sans objet». Comme il n'existe, en mode addition, aucune relation entre l'amplitude du signal représenté et le niveau de déclenchement, le symbole du point de déclenchement ne s'affiche pas en mode analogique, et ce malgré que le bouton LEVEL A/B [19] soit opérationnel.

En mode numérique, seul est affiché l'instant du déclenchement avec un symbole qui se trouve sur la deuxième ligne de la grille en partant par le bas et qui peut uniquement être positionné dans le sens horizontal (pré- ou post-déclenchement).
FFT: ADD n'est pas proposé en combinaison avec FFT.

**32.5 XY**
En mode XY, les calibres des voies sont affichés d'après la fonction de celles-ci: «CHX...» au lieu de CH1 et «CHY...» au lieu de CH2. Cela veut dire que le signal appliqué à la voie 1 provoque une déviation horizontale (X) alors que le signal appliqué à la voie 2 provoque une déviation dans le sens vertical (Y). Comme la représentation n'est pas en mode Yt, le calibre de la base de temps n'est pas affiché. Il en résulte que le dispositif de déclenchement est lui aussi désactivé et les informations correspondantes ne s'affichent pas dans le Readout. La fonction MAG x10 [29] est elle aussi désactivée.

Les symboles «0 volt» sont affichés sous forme de «triangles» sur le bord droit de la grille et au-dessus des calibres. Les boutons HORIZONTAL ou POSITION 1 [13] permettent de changer la position horizontale de la trace alors que la position verticale est modifiée avec le bouton POSITION 2. [14].

**32.5.1** Mode XY analogique
Le signal appliqué à la voie 1 ne peut pas être inversé. La commande correspondante n'apparaît pas dans le menu «CH1» invoqué avec la touche CH1 [31]. Le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR [28] est désactivé.

La bande passante et la différence de phase varient fortement des valeurs présentes en mode XY numérique. Des écarts importants peuvent par conséquent se produire dans la représentation du signal lors du basculement du mode XY analogique au mode XY numérique.

**32.5.2** Mode XY numérique
Le Readout affiche le taux d'échantillonnage utilisé par les convertisseurs analogique/numérique pour l'acquisition et la numérisation des deux signaux analogiques. Le taux d'échantillonnage correct dépend de la fréquence du signal à acquérir et doit dont être réglé avec le bouton TIME/DIV–SCALE –VAR [28], et ce même si la base de temps est désactivée. Si le taux d'échantillonnage est trop élevé, les figures de Lissajous comportent des lacunes et un taux d'échantillonnage trop faible donne lieu à des représentations dont il est impossible de déterminer le rapport de fréquence entre les deux signaux.

Le réglage du taux d'échantillonnage approprié est simplifié lorsque les deux signaux sont tout d'abord représentés en mode DUAL et en réglant ensuite le taux d'échantillonnage de manière à ce que chaque voie affiche une période du signal. L'appareil peut ensuite être commuté en mode XY numérique.
Contrairement au mode XY analogique, il est ici possible d'inverser les deux voies.
FFT: XY n'est pas proposé en combinaison avec FFT.

**32.6 Bande passante 20 MHz Pleine**
Une pression sur cette touche permet de basculer entre la bande passante réduite de 20 MHz et la pleine bande passante des amplificateurs de mesure.

- **Pleine:**
  Avec l'option «Pleine», la bande passante disponible est celle indiquée dans les caractéristiques techniques en fonction des conditions de fonctionnement.
- **20 MHz**
  En présence de conditions de fonctionnement où la totalité de la bande passante est disponible, la fonction 20 MHz permet de réduire la bande passante de mesure à environ 20 MHz (-3 dB). Il est ainsi possible d'atténuer ou de supprimer les composantes aux fréquences supérieures du signal (par exemple les bruits). Le Readout affiche alors «BWL» (bandwidth limit = limitation de la bande passante) et, en mode Yt, celle-ci agit sur les deux voies quel que soit le mode de fonctionnement (analogique ou numérique). En mode XY numérique, l'appareil se comporte comme en mode Yt. En mode XY analogique, la limitation de la bande passante s'applique uniquement à la voie 2.

## [33] CH2 VAR (touche)

Cette touche affiche le menu «CH2» qui contient les commandes suivantes, lesquelles se rapportent à l'entrée de la voie 2 (CH2 [35]) ou à la trace du signal qui y est appliqué:

**33.1 AC DC**
Une pression sur cette touche permet de modifier le couplage du signal de la voie 2 (couplage d'entrée) de AC en DC ou inversement. Le réglage courant est affiché par le Readout à la suite des calibres par le symbole ~ (tension alternative) ou = (tension continue).

**33.1.1** Couplage d'entrée DC
Toutes les composantes du signal (alternatives et continues) sont transmises par liaison galvanique de la borne intérieure de la prise BNC [35] à l'amplificateur de mesure en passant par l'atténuateur (réglage du calibre) et il n'existe pas de fréquence limite inférieure. L'atténuateur est conçu pour que, quelle que soit sa position, la résistance d'entrée de l'oscilloscope au courant continu soit de 1 MΩentre la borne intérieure de la prise BNC [35] et la borne de masse de celle-ci (borne extérieure).

**33.1.2** Couplage d'entrée AC
La tension d'entrée est acheminée de la borne intérieure de la prise BNC [35] à l'atténuateur (réglage du calibre) et ensuite à l'amplificateur de mesure par le biais d'un condensateur. Le condensateur et la résistance d'entrée de l'oscilloscope forment un filtre passe-bas (différentiateur) dont la fréquence de coupure est d'environ 2 Hz. À proximité de la fréquence de coupure, ce différentiateur influence la forme ou l'amplitude du signal représenté.

Les tensions continues ou les composantes continues des signaux mesurés ne franchissent pas le condensateur de couplage. Les variations de tension continue entraînent des décalages de la position en raison de la décharge du condensateur. La position initiale du signal est rétablie une fois que le condensateur a été chargé à la nouvelle tension.

**33.2 Masse (GND) On Off**
Chaque pression sur la touche active ou désactive l'entrée de la voie 2.

Lorsque l'entrée est désactivée (GND = masse), le Readout affiche le symbole de la terre derrière le calibre, là où apparaissait précédemment le couplage d'entrée. Le signal appliqué à l'entrée est alors déconnecté et seule apparaît une ligne horizontale (en déclenchement automatique) non déviée dans le sens vertical et qui peut servir de ligne de référence de masse (0 volt).

Le Readout affiche cependant aussi un symbole qui représente la position de référence (0 volt). Celui-ci se trouve environ 4 mm à droite de la ligne vertical central de la grille. L'amplitude d'une tension continue peut être déterminée en se basant sur la position 0 V préalablement déterminée. Pour ce faire, il faut reconnecter l'entrée et effectuer la mesure avec un couplage d'entrée DC.

**33.3 Inversion On Off**
Une pression sur cette touche de fonction permet de basculer entre la représentation inversée et non inversée du signal de la voie 3. Lorsque la représentation est inversée, le Readout affiche un tiret au-dessus de l'indicateur de voie (CH2) et le signal représenté est retourné de 180°.

Le signal de déclenchement «interne» dérivé du signal mesuré n'est pas inversé.

**33.4 Sonde**
Le contenu du menu dépend du type de sonde connectée: avec ou sans détection automatique du rapport d'atténuation. Les paramètres courants sont pris en compte lors de l'affichage des mesures de tension.

**33.4.1** Si la sonde connectée est un modèle HAMEG avec détection automatique du rapport d'atténuation, le terme «Sonde» est affiché avec une luminosité normale et le facteur d'atténuation (par ex. «*10») apparaît au-dessous.

**33.4.2** Si la sonde connectée ne permet pas la détection du rapport d'atténuation et que vous affichez le menu «CH2», le terme «Sonde» apparaît avec le dernier facteur d'atténuation réglé ainsi que le symbole du codeur rotatif. Une pression sur la touche de fonction correspondante affiche «Sonde» avec une luminosité accrue et la touche FOCUS/TRACE/MENU [3] s'allume en continu. Vous pouvez alors sélectionner le facteur d'atténuation qui correspond à celui de la sonde connectée à l'aide du bouton INTENS [2].

**33.5 Variable On Off**
La touche CH2 VAR [33] est allumée en position «On». Le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR [17] de CH2 sert alors de vernier de réglage fin et permet de varier continuellement le calibre sur toute la plage et ainsi l'amplitude du signal représenté. En position non calibrée, le Readout affiche le symbole « > » avant le calibre et «:» en position calibrée. Les résultats des mesures automatiques et de la tension sont eux aussi identifiés.
Après avoir appuyé sur la touche de fonction pour basculer de «Variable On» à «Variable Off», le bouton VOLTS/DIV–SCALE–VAR [17] de CH2 est de nouveau calibré et permet de sélectionner le calibre selon la séquence 1-2-5.

## [34] INPUT CH1 (prise BNC)

Cette prise BNC sert d'entrée signal pour la voie 1, laquelle sert d'entrée Y en mode Yt (base de temps) et d'entrée X en mode XY. La borne extérieure de la prise est reliée galvaniquement à toutes les parties conductrices de l'oscilloscope ainsi qu'à la terre du secteur.

Aucune tension ne doit être appliquée sur la surface conductrice circulaire qui entoure la prise. Elle sert à détecter le facteur d'atténuation des sondes avec identification.

## [35] INPUT CH2 (prise BNC)

Cette prise sert d'entrée signal pour la voie 2, laquelle sert d'entrée Y en mode Yt (base de temps) et en mode XY. La borne extérieure de la prise est reliée galvaniquement à toutes les parties conductrices de l'oscilloscope ainsi qu'à la terre du secteur. Aucune tension ne doit être appliquée sur la surface conductrice circulaire qui entoure la prise. Elle sert à détecter le facteur d'atténuation des sondes avec identification.

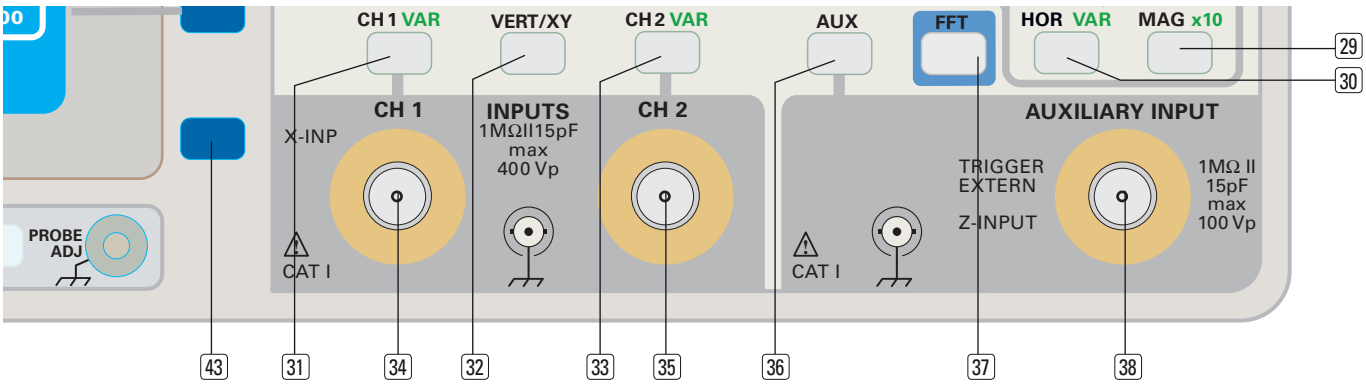
## [36] AUX (touche)

Cette touche s'applique à l'entrée supplémentaire AUXILIARY INPUT [38] et le menu qui s'affiche en l'actionnant dépend du mode de fonctionnement courant.

**Attention !**
**Cette touche est sans fonction et n'affiche aucun menu si l'appareil se trouve en mode numérique ou analogique et que la source de déclenchement (SOURCE [38]) est «externe»**

**36.1 Mode analogique**

**36.1.1** AUXILIARY INPUT (AUX) sert d'entrée pour les signaux de déclenchement «externes» si la fonction «Externe» a été




sélectionnée dans le menu «Source décl.» qui s'affiche en appuyant sur la touche SOURCE 22.

**36.1.2** Si le déclenchement n'est pas externe, le menu «Entrée Z» s'affiche en appuyant sur la touche AUX. «Off» indique que l'entrée AUXILIARY INPUT 38 n'a aucune fonction. Si elle est activée («On»), elle sert d'entrée d'allumage du spot pour les signaux au niveau TTL. Avec des tensions supérieures à 1 V environ, la trace en mode Yt (base de temps) et en mode XY n'est plus visible (sombre)

**36.2 Mode numérique**
La touche AUX est sans effet en mode numérique et l'entrée AUXILIARY INPUT 38 peut alors seulement être utilisée comme entrée pour les signaux de déclenchement «externe».

## 37 FFT (touche)
mode numérique seulement

Si l'oscilloscope se trouve en mode Yt numérique, une pression sur la touche FFT le fait passer en mode FFT. Une nouvelle pression sur cette touche affiche alors le menu FFT.

**Remarque**: Les voies CH1 et CH2 sont utilisées comme entrées. La voie souhaitée peut être activée après avoir appuyé sur la touche VERT/XY 32. Si l'oscilloscope se trouvait en mode DUAL avant de passer en mode FFT, la voie qui servait précédemment d'entrée de déclenchement externe est alors automatiquement sélectionnée comme entrée.

**37.1 Fenêtre**
Vous disposez de différentes «fenêtres» dont le traitement des données du signal et leur affichage dans le plan des fréquences varient. Après avoir appuyé sur cette touche de fonction, sélectionnez la fonction «Fenêtre» (fonction d'analyse/traitement du signal) souhaitée avec le bouton INTENS 2.
Vous pouvez sélectionner les fenêtres Hamming, Hanning, Blackman et Rectangle, voir le tableau.

Remarque: La résolution en fréquence de la FFT est le quotient du taux d'échantillonnage par le nombre de points de la FFT (4 kpts). Avec un nombre de points de FFT fixe, la résolution est d'autant meilleure que le taux d'échantillonnage est faible. La fréquence de Nyquist est la fréquence maximale que peut détecter un oscilloscope numérique en temps réel sans afficher de signaux fantômes (aliasing). Cette fréquence est égale à la moitié de la fréquence d'échantillonnage. Les points échantillonnés sont trop peu nombreux en présence de fréquences supérieures à la fréquence de Nyquist, ce qui peut provoquer des signaux fantômes. L'indication ALS? dans le Readout signale un taux d'échantillonnage éventuellement trop faible.

**37.2 Mode**
Après avoir appuyé sur cette touche de fonction, sélectionnez le mode d'acquisition souhaité du signal avec le bouton INTENS 2 parmi les suivants:

**37.2.1** Normal
L'acquisition normale du signal est identique à l'acquisition en temps réel «normale» (Refresh) utilisée en mode Yt. Le résultat apparaît sous la forme d'une trace dans le plan des fréquences (Yf).

**37.2.2** Courbe d'enveloppe
Affichage le maximum du signal et les variations de la fréquence sur le plan des fréquences sous la forme d'une trace Yf.

**37.2.3** Valeur moyenne
Affiche le signal sur le plan des fréquences après son acquisition préalable dans la gamme des fréquences avec calcul de la valeur moyenne.

**37.2.4** Nombre
Comme en mode d'acquisition Yt « Valeur moyenne », le bouton INTENS 2 permet ici de déterminer la pondération à appliquer à l'acquisition du signal de nombreux calculs de FFT avant de représenter le résultat sur le plan des fréquences après avoir calculé la moyenne. Après avoir invoqué cette fonction, vous pouvez régler

| Fenêtre | Caractéristiques | Optimale pour la mesure de |
|---|---|---|
| Hanning / Hamming | Résolution correcte/idéale de la fréquence et résolution de l'amplitude inférieure à celle de la fenêtre Rectangle. La fenêtre Hamming offre une résolution de la fréquence légèrement supérieure à celle de la fenêtre Hanning. | Signaux sinusoïdaux et périodiques ainsi que bruits statiques de faible bande passante, transitoires ou rafales. |
| Blackman | Bonne résolution de l'amplitude, résolution parfaite de la fréquence | Signaux monofréquence pour la détection d'harmoniques supérieures |
| Rectangle | Meilleure résolution de la fréquence, précision d'amplitude la plus faible. | Transitoires ou rafales (séries de signaux), analyse des phénomènes transitoires, signaux sinusoïdaux de même amplitude à fréquence fixe, bruits statiques à large bande avec spectre à variation relativement lente |

un nombre entre 2 et 512 qui sera affiché en bas à droite dans le Readout (par exemple « avg#512 »). Plus l'indice de pondération est élevé, plus la pondération d'une acquisition individuelle est faible et plus le calcul de la valeur moyenne dure longtemps, car le nombre d'acquisitions nécessaires est comparativement plus élevé, mais la précision augmente elle aussi en même temps. Le calcul de la moyenne permet de réduire ou d'éliminer les variations d'amplitude (par exemple les bruits) et de fréquence (gigue) dans la représentation.

**37.3 Mise à l'échelle**
Le bouton TIME/DIV-SCALE-VAR [28] permet une expansion x2 ou x20 dans le sens horizontal, ce qui veut dire que l'excursion affichée de 500 MHz, par exemple, est réduite à 250 MHz avec un Zoom x2 et à 25 MHz avec un Zoom x20. La fréquence centrale réglée ne change pas en modifiant le facteur d'échelle.
Comme la mise à l'échelle x2 à x20 ne permet de représenter qu'une partie du spectre dilaté, les plages de fréquences en-dehors du spectre représenté ne sont plus affichées. Elles peuvent être affichées en tournant le bouton HORIZONTAL [27] qui modifie la fréquence centrale.

**37.4 dBV $V_{(rms)}$**
L'unité d'amplitude peut être sélectionnée en appuyant sur la touche de fonction, et sera affichée en surbrillance. Vrms se rapporte à 0V (échelle linéaire de l'axe Y) qui est indiqué par le symbole de référence sur le bord gauche du graticule. 0 dBV équivaut à 1 V (échelle logarithmique de l'axe Y). Si le symbole de référence est 5,5 cm (div. typ.) au dessus du niveau de bruit à l'échelle actuelle de 20 dB, le niveau de bruit est de 110 dB (typ.) sous 1 Volt.

**37.5 Off**
Cette touche de fonction ramène du mode FFT au mode Yt et ferme le menu FFT.

## [38] AUXILIARY INPUT (prise BNC)

En mode analogique, cette prise BNC peut être utilisée comme entrée pour les signaux de déclenchement « externe » ou comme entrée d'allumage du spot. En mode numérique, elle sert seulement d'entrée pour les signaux de déclenchement « externe ». La borne extérieure de la prise est reliée galvaniquement à toutes les parties conductrices de l'oscilloscope ainsi qu'à la terre du secteur. Aucune tension ne doit être appliquée sur la surface conductrice circulaire qui entoure la prise. Elle sert à détecter le facteur d'atténuation des sondes avec identification.

## [39] PROBE ADJ (prise)

Cette prise délivre un signal rectangulaire dont l'amplitude est de 0,2 Vcc et qui permet de régler la compensation en fréquence des sondes atténuatrices 10:1. La fréquence du signal peut être déterminée dans le menu «Divers» après avoir appuyé sur la touche «PROBE ADJ» [41].

Vous trouverez plus d'informations à ce sujet dans le paragraphe «Utilisation et compensation des sondes» de la section «Mise en route et préréglages».

## [40] PROBE ADJ (touche)
Une pression sur cette touche affiche le menu «Divers».

**40.1 Testeur COMP On Off**
Lorsqu'il est activé (On), l'appareil est en mode analogique et affiche une trace et le Readout indique «Component Tester» ainsi que les paramètres de mesure.
Dans ce mode de fonctionnement, les prises bananes de 4 mm marquées «COMP. TESTER» servent d'entrée de mesure. Voir aussi «Testeur de composants». «Off» rétablit les dernières conditions de fonctionnement.

**40.2 Calibreur**
Le réglage détermine la fréquence du signal rectangulaire de compensation des sondes présent sur la prise PROBE ADJ: 1 kHz ou 1 MHz.

**40.3 INFO**
Cette touche de fonction affiche le menu «Infos diverses» qui permet de consulter les informations sur le matériel et le logiciel de l'oscilloscope. ainsi que sur les interfaces éventuellement présentes (face arrière) sur l'oscilloscope.

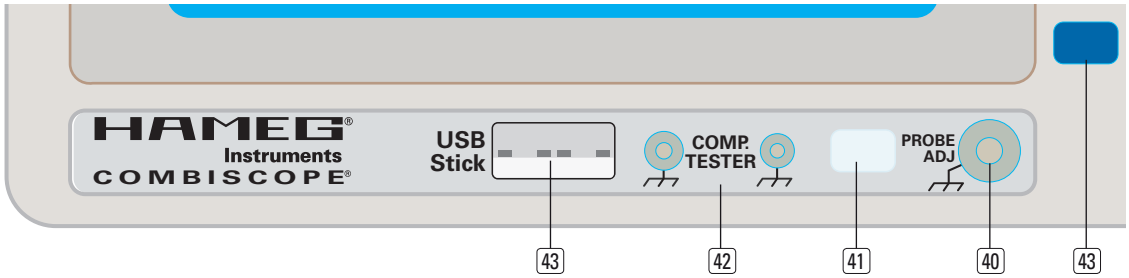
**40.4 Clé USB** (prise USB en face avant)
La mention «Aucun» indique ici qu'aucune clé USB n'est connectée au port USB [42] ; «Enregistrer» et «Charger» apparaissent si une clé USB est présente.
Le menu «Divers» apparaît automatiquement lorsque vous connectez une clé USB dans le port USB [43].

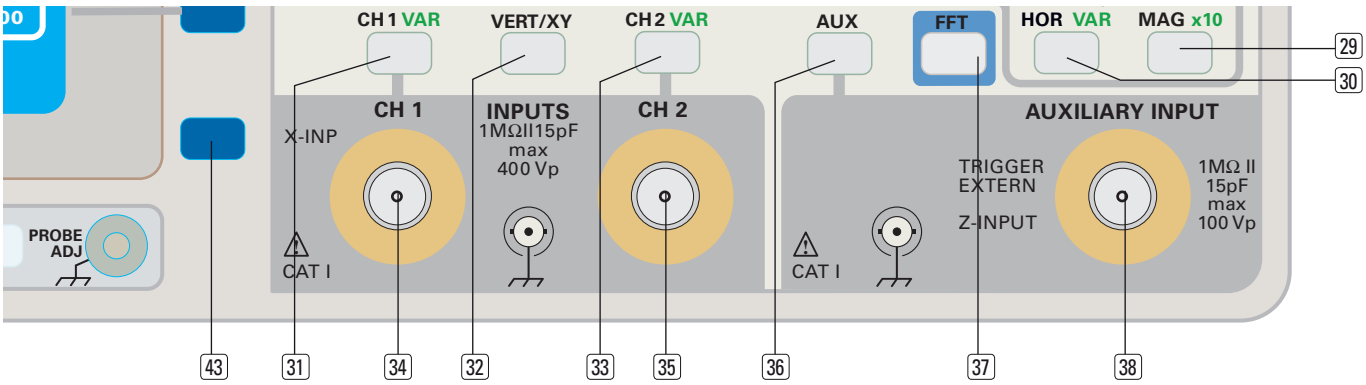
**40.4.1** Enregistrer clé USB

- **Régl. act.**
  (réglages actuels = paramètres de l'oscilloscope)
  Appuyez sur la touche de fonction «Enregistrer sous SETxxxxxx» pour enregistrer les réglages actuels de l'oscilloscope sur la clé USB sous le nom «SET00000», par exemple. L'affichage indique ensuite le nom de la mémoire suivante (par exemple SET00001).
  Le numéro de la mémoire dans lequel l'enregistrement sera effectué est alors incrémenté de 1.

- **Image**
  Une pression sur la touche de fonction «Enregistrer sous SCRxxxxx» permet d'enregistrer les courbes de signal au format Bitmap. Lorsque l'enregistrement a réussi, le numéro de la mémoire est incrémenté.

- **Courbe**
  Après avoir sélectionné la source (voie) et le type format REF (mémoire de référence) ou données CSV (comma separated value), ASC (ASCII) ou BIN (format binaire), le champ «Enre-






gistrer sous WAVxxxxx» contient automatiquement le nom du fichier sous lequel sera enregistrée la courbe du signal en appuyant sur la touche de fonction «Enregistrer sous WAVxxxxx».
Le numéro de la mémoire dans lequel l'enregistrement sera effectué est alors incrémenté de 1.

**40.4.2** Charger clé USB

- **Régl. act.**
  (réglages actuels = paramètres de l'oscilloscope)
  La fonction «Régl. act.» affiche la fenêtre de sélection dans laquelle vous pouvez, à l'aide du bouton INTENS 2, sélectionner le fichier des paramètres qui sera chargé dans l'oscilloscope avec la touche «Charger».

- **Mémoire de référence x** (symbole du codeur)
  Le bouton INTENS 2 permet de sélectionner l'une des 9 mémoires de référence vers laquelle transférer le signal (la «courbe») enregistré sur la clé USB. La «courbe» est sélectionnée avec le bouton INTENS 2 après avoir appuyé sur la touche de fonction «Fichier».

  Une fois la sélection effectuée, le transfert de la clé USB vers la mémoire de référence de l'oscilloscope s'effectue avec la touche de fonction Charger.

## 41 COMPONENT TESTER (prises)

Ces deux prises de 4 mm servent d'entrée de mesure pour le contrôle bipolaire des composants électroniques. Vous trouverez une description complète dans la section «Testeur de composants».

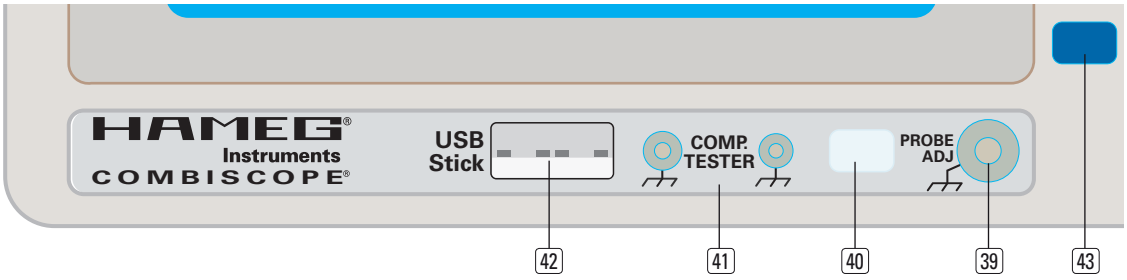
## 42 Clé USB (port)

Ce connecteur est conçu pour la connexion directe d'une clé USB sans un câble USB.

L'insertion d'une clé USB provoque une brève illumination de la LED qui se trouve sur la clé et l'affichage du menu «Divers». Vous trouverez plus d'informations à ce sujet au paragraphe PROBE ADJ 41, point 40.4 Clé USB.

## 43 MENU OFF (touche)

Touche pour fermer les menus ou pour passer au niveau de menu supérieur



# Accessoires fournis et accessoires en option

**Accessoires fournis:**
HM1008-2 Mixed Signal CombiScope, Cordon secteur, notice d'utilisation, 2 sondes 10 :1 avec prise en compte de l'atténuation (HZ200), logiciel sous Windows pour le contrôle et transfert des données

**Accessoires en option:**

| | |
|---|---|
| HO730 | Interface double Ethernet/USB |
| HO740 | IEEE-488 (GPIB) Interface |
| HZ13 | Câble interface USB, 1,8m |
| HZ14 | Câble interface série Sub-D 9 broches, 1:1 |
| HZ20 | Adaptateur, BNC-Banane 2x4 mm |
| HZ33 | Câble de mesure 50 Ω, BNC/BNC, 0,5m |
| HZ34 | Câble de mesure 50 Ω, BNC/BNC, 1m |
| HZ45 | Jeu adaptateurs pour montage Rack 19" - 4U |
| HZ51 | Sonde 10:1 (150 MHz) |
| HZ52 | Sonde 10:1 HF (250 MHz) |
| HZ53 | Sonde 100:1 (100 MHz) |
| HZ56-2 | Pince ampèremétrique |
| HZ70 | Interface optique (câble en fbre optique) |
| HZ72 | Câble GPIB |
| HZ100 | Sonde différentielle 20:1/200:1 |
| HZ109 | Sonde différentielle 1:1/10:1 |
| HZ115 | Sonde différentielle 100:1/1000:1 |
| HZ154 | Sonde standard 1:1/10:1 (10/100 MHz) |
| HZ350 | Sonde 10:1 avec identifcation automatique (350 MHz) |
| HZ355 | Sonde Slimline 10:1avec identifcation automatique (500 MHz) |
| HZO20 | Sonde Haute tension 1000:1 (400 MHz) |
| HZO30 | Sonde active (1 GHz) |
| HZO50 | Sonde de courant AC/DC 30 A, DC...100 kHz |
| HZO51 | Sonde de courant AC/DC 1000 A, DC...20 kHz |

HAMEG®
Instruments
A Rohde&Schwarz Company

Oscilloscopes

Analyzeurs de spectre

Alimentations

Appareils modulaires
Serie 8000

Appareils programmables
Serie 8100

distributeur

41-1008-02F0

www.hameg.com

Sous réserve de modifications
41-1008-02F0 (6) 11122009
© HAMEG Intruments GmbH
A Rohde & Schwarz Company
DQS-Certification: DIN EN ISO 9001:2000
Reg.-Nr.: 071040 QM

HAMEG Instruments France
Parc Tertiaire de Meudon
9/11 rue Jeanne Braconnier
F-92366 MEUDON LA FORET CEDEX
Tel 01 41 36 11 60
Fax 01 41 36 10 01
hameg.france@hameg.com